



EESTI MAAÜLIKOOL  
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

**Elina Lindemann**

**VÕRGUTUNNELI JA AVATUD KÜLGEDEGA TUNNELI MÕJU  
MAHEVILJELUSES KASVATATUD AEDMAASIKATE (*FRAGARIA X*  
*ANANASSA DUCH.* ) SAAGILE JA VILJADE KVALITEEDILE**

THE EFFECT OF INCECT-NET COVERED HIGH TUNNEL AND OPEN-SIDED HIGH  
TUNNEL ON THE YIELD AND QUALITY OF ORGANICALLY GROWN  
STRAWBERRIES (*FRAGARIA X ANANASSA DUCH.*)

Magistritöö  
Aianduse õppekava

Juhendaja: dotsent Ulvi Moor, PhD

Tartu 2021

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Magistritöö lühikokkuvõte	
Autor: Elina Lindemann		Õppekava: Aiandus	
Pealkiri: Võrgutunneli ja avatud külgedega tunneli mõju maheviljeluses kasvatatud aedmaasikate ( <i>Fragaria x ananassa</i> Duch.) saagile ja viljade kvaliteedile			
Lehekülgi: 54	Jooniseid: 29	Tabeleid: 2	Lisasid: 1
Osakond: Aiandus Uurimisvaldkond: Põllumajandusteadus, aiandus Juhendaja: Ulvi Moor, Ph.D Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu, 2021			
<p>Maailmas on hakatud rohkem tähelepanu pöörama keskkonnasõbralikele tootmisviisidele. Maheviljeluses on oluline kahjurite arvukuse mahasurumine. Üheks võtteks tunnelkasvuhoonetes on mehaaniline tõrje, kus kahjurite leviku tõkestamiseks kasutatakse putukavõrku. Magistritöö eesmärgid olid järgmised: 1) selgitada välja aedmaasika sortide 'Allegro', 'Sonsation' ja 'Polka' saagikus ja viljade kahjustused avatud ja putukavõrguga kaitstud tunnelkasvuhoones; 2) selgitada välja tunnelitüübi mõju viljade maitsega seotud parameetritele. Katse viidi läbi Tartu maakonnas Kastre vallas Roiu alevikus Aran PM OÜ-s. Katse oli rajatud aastal 2019 kahte kiletunnelisse. Ühes kiletunnelis olid otsad avatud, teises kiletunnelis kasutati külgedel ja otstel putukavõrku. Maasikataimed olid istutatud kahes reas ning taimede vahe oli 28 cm. Istanduses olid peenrad kaetud musta kilemultšiga ning peenravahedes kasutati geotekstiili, mis tõkestas umbrohu levikut. Tunnelil oli statistiliselt oluline mõju maasika kogusaagile, mahla kuivaine sisaldusele ning mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhtele. Katses oli avatud tunneli keskmine kogusaak (590 g/taim), mis oli 31% suurem võrguga tunneli kogusaagist (449 g/taim). Katse keskmisena oli vilja mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe kõrgem võrgutunnelis. Putukavõrguga kaetud kiletunnelis oli sordi 'Sonsation' viljadel vähem jahukaste kahjustust. Võrgutunneli mõju ripslase kahjustusele katseaastal ei ilmnenud, kuna külma kevade tõttu ripslast ei esinenud. Sort mõjutas vilja massi ja turustatava saagi suurust. 'Sonsation' oli teistest sortidest oluliselt suuremate viljadega. Sordi 'Sonsation' keskmine turustatav saak (456 g/taim) oli statistiliselt oluliselt suurem kui sordil 'Polka' (331 g/taim), kuid jäi sarnaseks 'Allegro' turustatava saagiga (398 g/taim). Kahjuritele ja haigustele kõige vastupidavam sort oli 'Allegro'. Magistritöö tulemuste põhjal võib soovitada maheviljeluses kasvatamiseks sorte 'Sonsation' ja 'Allegro'.</p>			
Märksõnad: võrgutunnel, avatud tunnelkasvuhoone, maheviljelus, saagikus, viljade kvaliteet			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Abstract of Master's Thesis	
Author: Elina Lindemann		Speciality: Horticulture	
Title: The effect of insect-net covered high tunnel and open-sided high tunnel on the yield and quality of organically grown strawberries ( <i>Fragaria x ananassa</i> Duch.)			
Pages: 54	Figures: 29	Tables: 2	Appendixes: 1
Chair: of Horticulture Field of research: agricultural sciences, horticulture Supervisors: Ulvi Moor, PhD Place and year of defence: Tartu 2021			
<p>Environmentally friendly production systems in horticulture are gaining popularity. In organic farming, it is important to control the number of pests. One of the insect control methods in high polyethylene tunnels is mechanical control where insect nets are used to prevent the invasion of pests from outside. The objectives of the Master's thesis were the following: 1) to determine the yield of the strawberry cultivars 'Allegro', 'Sonsation' and 'Polka' and to find out fruit damages caused by pests and diseases depending on tunnel type; 2) to determine the impact of the tunnel type on the taste-related parameters of fruits. The experiment was conducted at Aran PM OÜ in Roiu, Tartu county. The experiment had been established in 2019. The ends and sides of one polytunnel were open and insect net was used on the sides and at the ends of the other tunnel. The strawberry plants were planted in two rows and the plant to plants distance was 28 cm. The beds were covered with black plastic mulch and geotextile was used in between the beds to prevent the spread of weeds. The tunnel type had a statistically significant effect on total yield, total soluble solids content and the ratio of total soluble solids and organic acids in the fruits. In the experiment, the average total yield in the open tunnel (590 g/plant) was 31% higher than the total yield in the net-covered tunnel (449 g/plant). On average, the ratio of soluble solids content and organic acids of the fruits was higher in the net-covered tunnel. Since thrips were not present due to the cold spring, the effect of net on thrips damage was not possible to assess. The cultivar affected the weight of the fruit and the amount of marketable yield. 'Sonsation' fruits were significantly larger compared to other cultivars. The average marketable yield (456 g/plant) of 'Sonsation' was significantly higher than that of 'Polka' (331 g/plant), but remained similar to the marketable yield of 'Allegro' variety (398 g/plant). 'Allergo' was the most resistant to pests and diseases. Based on the results of the Master's thesis, cultivars 'Sonsation' and 'Allegro' can be recommended for organic farming in high tunnel conditions in Estonia.</p>			
Keywords: net tunnel, open tunnel greenhouse, organic farming, yield, fruit quality			

## SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE .....	7
1.1. Maheviljeluse põhimõtted ja probleemid maasikakasvatuses .....	7
1.2. Kõrged kiletunnelid maasikakasvatuses .....	11
1.3. Peamised kahjurid ja haigused aedmaasikal .....	12
1.4. Maasikaviljade biokeemiline koostis ja seda mõjutavad tegurid .....	17
2. MATERJAL JA METOODIKA .....	20
2.1. Katseala iseloomustus .....	20
2.2. Katseaasta ilmastik ja õhutemperatuur ning õhuniiskus katsetunnelites .....	20
2.3. Katses kasutatud sordid .....	24
2.4. Katses läbiviidud mõõtmised ja määramised .....	25
2.5. Andmeanalüüs .....	27
3. TULEMUSED JA ARUTELU .....	28
3.1. Maasika kogusaak ja turustatav saak avatud tunnelis ja võrguga tunnelis.....	28
3.2. Maasikavilja keskmine mass avatud otstega ja putukavõrguga kiletunnelis.....	31
3.3. Turustatava saagi, maasikalesta kahjustusega ja jahukaste kahjustusega saagi osakaal .....	33
3.4. Mahla kuivaine sisaldus .....	36
3.4. Maasikaviljade orgaaniliste hapete sisaldus.....	37
3.5. Maasikaviljade mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe.....	38
KOKKUVÕTE.....	40
KASUTATUD KIRJANDUS .....	41
LISAD .....	53
LISA 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks (avaldamise tähtajaline piirang) ning juhendaja(te) kinnitus töö kaitsmisele lubamise kohta.	54

## SISSEJUHATUS

Üha rohkem on hakatud maailmas tähelepanu pöörama keskkonnasõbralikule loodust säästvale ja majanduslikult kasu toovale tootmisviisile. Üheks selliseks tootmisviisiks on mahepõllumajandus. Mahepõllumajandus ehk ökoloogiline põllumajandus on põllumajanduslik tootmisviis, kus on oluline ökoloogiline tasakaal ning keskkonnahoid (Maaeluministeerium, 2021).

Aedmaasikas on suvel üks hinnatumaid marjakultuure, mille puhul peetakse oluliseks maasikaviljade suurust, transpordikindlust ning kvaliteedinäitajaid. Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni Toidu- ja Põllumajandusorganisatsiooni (FAO) andmetel oli aedmaasika saak 2018-2019 aastal maailmas suurenenud ca 324 tuhande tonni võrra, millest Euroopa osakaal moodustas 19,9% kasvanud maasikatest (FAOSTAT, 2021). Eesti Statistikaameti andmetel on 2018-2019 aastal mahepõllumajanduskultuuride kasvupind kokku suurenenud 14 147 ha võrra (Statistika andmebaas, andmed võetud 07 mai 2021a). Põllumajandus- ja Toiduameti andmetel kasvatati aastal 2020 maasikaid mahepõllumajanduses 50,96 ha (Põllumajandus- ja Toiduamet, 2021a).

Mahetoidu tootmine ja tarbimine on viimastel aastatel kasvanud, sõltumata mahekultuuride madalamast tootlikkusest (Hurtado-Barroso, *et al.*, 2017). Maheviljeluses on oluline tootjal jälgida kahjurite arvukust, sest nende arvukuse vähendamiseks on lubatud kasutada vaid tõrjevahendeid, mis on mahetootmisesse lubatud (Põllumajandus- ja Toiduamet, 2021b) ja neid vahendeid on väga piiratud hulk. EMÜ Polli Aiandusuuringute Keskuses on viidud läbi erinevaid katseid, kuidas edukalt aedmaasikaid maheviljeluses kasvatada (Kahu, 2015). Samuti on uuritud tunnelkasvuhoone mõju kimalaste korjekäitumisele ja aedmaasika saagi kujunemisele (Bontsutšnaja, 2016) ning maheviljeluses kasvanud aedmaasikate 'Allegro'; 'Sonsation' ja 'Polka' saagikust ning viljade kahjustusi avatud ja putukavõrguga kaitstud tunnelkasvuhoones (Hüdsi, 2020). Lisaks on uuritud bioloogilise tõrje kasutamist kahjurite ja haiguste vastu: taimeekstrakti NeemAzal-T/S tõhustust ripslase tõrjeks (Männik, 2019) ja entomovektortehnoloogia kasutamist hahkhallituse tõrjeks (Soosaar, 2014). Üheks oluliseks võtteks kahjurputukate vastu tunnelkasvuhoonetes on mehaaniline tõrje, kus tõkestatakse putukavõrguga kahjurite levikut.

Magistritöö eesmärgiks oli:

1. selgitada välja aedmaasika sortide 'Allegro', 'Sonsation' ja 'Polka' saagikus ja viljade kahjustused avatud ja putukavõrguga kaitstud tunnelkasvuhoones;
2. selgitada välja tunnelitüübi mõju viljade maitsega seotud parameetritele.

Töös püstitatud hüpoteesid olid järgmised:

1. putukavõrguga kaitstud tunnelkasvuhoone mõjutab maasikate saagikust ja putukate kahjustusi;
2. kuna putukavõrk takistab õhu liikumist kasvuhoones, võib see mõjutada viljade nakatumist seenhaigustesse;
3. tunnelitüübi mõju saagikusele ja viljade kahjustusele sõltub sordist.

Magistritöö koostamisel soovin südamest tänada oma juhendajat dotsent Ulvi Moori toetuse ja abi eest ning Aran PM OÜ omanikku Paavo Otsust, kelle maasikaistanduses katse läbi viidi.

Uurimistöö viidi läbi Aianduse innovatsiooniklastri projekti "Efektiivse taimekaitsesüsteemi väljatöötamine mahemaasika suurtootmiseks" raames. Uurimistööd rahastas Euroopa Maaelu Arengu Põllumajandusfond.

# 1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

## 1.1 Maheviljeluse põhimõtted ja probleemid maasikakasvatuses

Aedmaasikas (*Fragaria x ananassa*) on üks hinnatumaid marjakultuure Eestis, sisaldades rohkesti nii antioksidante kui ka mineraalaineid, näiteks C-vitamiini, kaaliumit, kaltsiumit ja magneesiumit (Hakala *et al.* 2003). EMÜ Polli Aiandusuuringute Keskuses viidi läbi mahekatsed, mille tulemustest selgus, et maasikas on hea kultuurtaim, mida on võimalik edukalt kasvatada mahepõllumajanduses (Kahu, 2015). Mahepõllumajandus on tootmisviis, mis aitab kaasa säästvale keskkonnahoiule ja parandab agroökosüsteemi, sealhulgas bioloogilist mitmekesisust (Scialabba & Hattam, 2002). Mahepõllumajandust reguleerivad õigusaktid on kehtestatud Euroopa Liidu komisjoni määrusega (EÜ) nr 889/2008 (Euroopa Liidu..., 2008), kus on kirjas rakenduseeskirjad seoses mahepõllumajandusliku tootmise, toodete märgistamise ning kontrolliga. Eestis reguleerivad seda mahepõllumajanduse seadus (Riigi Teataja I, 2006) ja riigilõivuseadus (Riigi Teataja I, 2014) ning määrused: mahepõllumajanduse valdkonnas tegutsemiseks tunnustamise taotlemine ja taotluse menetlemise kord (Riigi Teataja, 2009a) ja mahepõllumajandusliku tootmise nõuded (Riigi Teataja, 2009b). Järevalvet teostab vähemalt üks kord aastas kohapeal Põllumajandus- ja Toiduamet, kes väljastab ettevõttele pärast kontrolli tõendava dokumendi (Põllumajandus- ja Toiduamet, 2021c).

Aedmaasikaid kasvatatakse ühel kasvukohal tavaliselt neli aastat, millest suurim saak saadakse teisel ja kolmandal kasvuaastal ning edaspidi hakkab saagikus ning kvaliteet vähenema (Riisalu, 2015; Kahu, 2015). Eesti Põllumajandusministeeriumi poolt tellitud aruandes „Mahetootmisele ülemineku ja mahetoetuse mõju põllumajandusettevõtete tootmis- ja majandusnäitajatele“ selgus, et mahe maasikaistanduse soovituslik kestvus on kolm saagiaastat, kuid on võimalik saada ka neli saagiaastat (Mikk, 2009). Rootsis läbi viidud uuringust selgus, et maheviljeluses kasvatatava maasikaistanduse kestvusaeg ei tohiks olla rohkem kui kaks saagiaastat, et vältida haiguste ja kahjurite levikut (Berglund *et al.*, 2007). Maasikasaagi paremaks tagamiseks vajab taim liivsavi- ja saviliivmuldasid, mille mullareaktsioon on vahemikus 5,4-6,5 (Dixon *et al.*, 2019). Lisaks vajavad taimed vegetatiivsel perioodil erinevaid toitelemente: lämmastik (N), fosfor (P), kaalium (K) ja kaltsium (Ca) (Demirsoy *et al.*, 2010). Lämmastik (N) on oluline maasikataime kasvuks ning õiealgmete kujunemiseks (Trejo-Tellez & Gomez-Merino, 2014). Lämmastiku defitsiidi tõttu võib väheneda antotsüaniinide sisaldus viljas ning see võib mõjutada maasikataime haiguskindlust (Yoshida *et al.*, 2002). Fosfor (P) aitab kaasa maasikataimede juurdumisele, viljade ja seemnete moodustamisel (Johanson,

1965). Kaalium (K) suurendab marjade kvaliteeti, tõstes nende suhkrusisaldust, et viljad oleksid magusamad ja puhmikute talve-, põua- ja haiguskindlust. Kaltsium (Ca) on oluline maasikataimede toitekeskkonna reguleerijana ja pikendab maasikaviljade säilivust (Trejo-Tellez & Gomez-Merino, 2014; Libek & Eskla, 2012).

Aedmaasika istanduse rajamisel on oluline istutuskoha ettevalmistamine, kasutades looduslikke multše või sünteetilisi materjale (Libek & Eskla, 2012). Mahekasvatustehnoloogias on maasikaistanduses kasutusel põhumultš või muu orgaaniline multš, kilemultš või peenravaip (Prokkola *et al.*, 2003). Põhumultši kasutatakse maasikaistandikes varajaste sortide puhul, kus tihti esineb kevadisi öökülmi (Lille *et al.*, 2003). Orgaaniline multš hoiab stabiilsena mulla niiskusesisaldust ning temperatuuri ja kaitseb talvel lumeta maa korral maasikataime juuri külma eest (Sinkevičienė, 2009; Libek & Eskla, 2012). Kilemultš (must või valge) aitab oluliselt vähendada umbrohtu, hoiab paremini mullas niiskusesisaldust, saak valmib musta kilega varem ja valge hiljem, viljad on puhtamad ja kvaliteetsemad (Klaas, 2011; Jabran, 2019). Peenravaip on must polüpropüleenist pinnakattematerjal, mis laseb läbi vett ja õhku. Peenravaip piirab umbrohu levikut ning maasikavõsundite juurdumist (Strang *et al.*, 2000). Eesti Maaülikooli vanemteadurid A. Kikas ja A. Luik tõid välja artiklis aastal 2002, et peenravaipa ja kilemultši on soovituslik maasikaistanduses kasutada, sest need materjalid soodustavad maasika saagikust ja kasulikke putukaid maasikapeenas.

Tavaliselt istutatakse aedmaasikaid kevadel või sügisel ning levinumad on paljasjuursed- ja frigotaimed (Durner *et al.*, 2002; Lieten, 2002). Paljasjuursed taimed saadakse otse emaistandikust ning neil on 3-4 lehte (Bish *et al.*, 2002). Frigotaimede hulka klassifitseeruvad taimed, mida hoiustatakse külmhoidlas temperatuuril -2 °C (Gambardellal *et al.*, 2016). Istandiku rajamisel on vaja kasutada mahepõllumajandusliku päritoluga istikuid. Kui maheistikuid pole saada, on võimalik kasutada Põllumajandus- ja Toiduameti nõusolekul tavatootmises kasutatavaid istikuid (Euroopa Liidu..., 2018). Lätis uuriti aastatel 2003 ja 2005 missugused maasikasordid sobiksid mahetootmisesse. Tulemustest selgus, et esimesel aastal olid sobilikud sordid 'Induka', 'Jonsok', 'Dukat' ja 'Korona'. Teisel katseaastal oli suurima turustatava saagikusega sordid: 'Polka', 'Bounty', 'Pandora', 'Senga Sengana' ja 'Honeoye' (Laugale & Bite, 2009). Moor *et al.*, 2013 tõid välja oma uurimustöös, et Eestis kasvatatakse peamiselt istandikes aedmaasikasorte 'Polka' ja 'Sonata'. Koit, 2018 viis läbi katse, kus uuris Eestis kasvatatud seitset harvaesinevat aedmaasikasorti, nende saagikust, kvaliteeti, tarbija hinnangut ning preparaadi Prestop mõju aedmaasika saagikusele. Uurimustöö tulemustest selgus, et tootjatele soovitatakse sorti 'Sensation', kuna sellel oli suurem saagikus ning tarbijad



eelistasid samuti antud sorti. Preparaadi Prestop mõju saagikusele peaaegu puudus. Tunnelkasvuhoones sobiks kasvatada taasviljuvaid aedmaasikasorte 'Harmony' ja aretist FF1604 (Rommelg, 2018).

Taimede kasvu soodustamiseks kasutatakse põllumajanduses väetamist. Tavatootjad kasutavad saagikuse suurendamiseks mineraalväetisi, maheviljeluses tagatakse toiteelementide sisaldust mullas orgaaniliste väetistega (Nemecek *et al.*, 2011; Rätsep *et al.*, 2012). See on üks olulisemaid erinevusi tava-ja maheviljeluse vahel. Mahetootjad kasutavad 3-8 nädalat enne maasikataime istutamist komposti, sõnnikut või haljasväetist, lisaks kasutatakse vedelaid ja granuleeritud orgaanilisi väetisi (Gaskell *et al.*, 2009). Aastal 2011 Eesti Maaülikooli Polli aiandusuuringute keskuses läbiviidud mahemaasika katses selgub, et kui kasvukoht on korralikult hooldatud ja väetatud, siis kolme esimese aasta jooksul maheviljeluses piisab lehe kaudu väetamisest (Kahu, 2015). Singh *et al.*, 2010 viisid läbi uurimustöö, mille eesmärgiks oli teha kindlaks vermikomposti mõju maasika kasvule, saagikusele ning kvaliteedile. Tulemustest selgus, et vermikomposti kasutamine suurendab lehtede pinda ja kuivainet, parandab maasika saagikust ning vähendab viljade deformeerumist, pärsib hahkhallituse levikut. Welke (2008) uuris kompostiekstraktide mõju maasika saagikusele ja hahkhallituse (*Botrytis cinerea*) tõrjumisele. Kompostid valmistati anaeroobselt kui ka aeroobselt. Tulemustest selgus, et lahjendatud ekstrakt vähendas haiguse esinemissagedust. Poolas on uuritud erinevate taimeleotiste mõju maasika-närbumistõvele. Uuringus oli kaks sorti, 'Elsanta' ja 'Honey', ja kasutati kolme taimeekstrakti: männi- ja kuuseokkaid, merevetikaid ja ravimtaimi (Meszka & Bielenin, 2009). Tulemustest selgub, et merevetikas ja ravimtaimed on kõige tõhusamad ning vähendavad haigustekitajat *Verticillium dahliae*. Maheviljeluses sobivate väetiste, mullaomaduste parandajate, toitainete ja taimekaitsevahendite kasutamisel tuleb järgida Euroopa Ühenduste Komisjoni määrust (EÜ) 889/2008 (Euroopa Liidu..., 2008).

Põllukultuuride tootlikkuse tagamiseks on olulisel kohal bioloogiline tõrje, kuna see vähendab pestitsiidide kasutamist ning piirab kahjurite levikut ning saagikadu (Rusch *et al.*, 2016). Üheks tõhusamaks bioloogiliseks tõrjeks on röövlesta *Phytoseiulus macropilis* kasutamine punase ehk hariliku kedriklesta *Tetranychus urticae* vastu. Oliveira *et al.*, 2008 uurisid kahte aspekti, kas röövlest on võimeline katmikalal hoidma kontrolli all kahjuri populatsiooni ning röövlesta võimet leida üles nakatunud maasikataime. Esimese uurimusküsimuse tulemustest selgus, et röövlest on võimeline edukalt pärast tema vabastamist katmikalal juba 48 h jooksul hävitama harilikku kedriklesta. Autorid järeldasid sellest tulemusest, et röövlest tuleks vabastada kohe, kui tuvastatakse kahjustuskolle. Teise uurimusküsimuse tulemuseks selgus, et röövlest on

võimeline leidma üles nakatunud taime ning teda saab edukalt kasutada kasvuhoones, kus sageli temperatuur suvel ületab 30 °C. Ripslasi *Thripidae* ja teisi kahjureid on võimalik tõrjuda loodusliku taimse ekstraktiga NeemAzal-T/S. NeemAzal-T/S on troopilise neemipuu seemnete tuumadest saadud ekstrakt, mille toimeaine imendub lehtedesse (Ecogrape, 2018.). Männik (2019) uuris oma magistritöös ripslase kahjustuse ulatust erinevatel maasikasortidel kasutades NeemAzal- T/S. Uurimistöö läbiviimiseks kasutati sorte 'Florence', 'Malwina', 'Korona', 'Faith' ja 'Sussette' ning õitsemise ajal pritsiti NeemAzal-T/S-ga kaks korda. Tulemustest selgus, et looduslik taimeekstrakt vähendas ripslase kahjustust keskmiselt 19 % sordi kohta. Soomes viidi aastal 2006 läbi pilootprojekt entomovektortehnoloogia kasutamiseks maasika hahkhallituse tõrjes (Hokkanen *et al.*, 2015). Seda tehnoloogiat on uurinud veel Eesti, Itaalia, Sloveenia ja Türgi teadlased (Hokkanen *et al.*, 2015). Eesti Maaülikoolis on viidud läbi mitmeid katseid, mille eesmärgiks oli uurida entomovektortehnoloogia abil aedmaasika hahkhallituse tõrjeks biofungitsiidi PrestopMix efektiivsust. Tulemustest selgus, et entomovektortehnoloogia aitas vähendada hahkhallituse levikut, kuid peab arvestama, et tulemusi võib mõjutada erinevad tegurid nt ilmastikutingimused, taimede liigirikkus (Muljar *et al.*, 2014; Soosaar, 2014). Forges *et al.*, 2018 viisid läbi uurimustöö, mille eesmärk oli vähendada maasikataimede vastuvõtlikkust hahkhallituse suhtes ja kasutasid selleks ultraviolettkiirgust. Nende tulemustest selgus, et kasutades korduvalt väikestes annustes ultraviolettkiirgust, saab parandada taimede vastupanuvõimet hahkhallituse vastu, vältides samaaegselt negatiivset mõju maasikataimele. Kevadel aitab maasika-laikpõletikku vähendada kuivanud lehtede eemaldamine (Schmid *et al.*, 2005). Põhumultšiga maasikaistanduses on võimalik põletada kogu ala. Selle meetodi kasutamisel on probleemiks kasulike putukate hävitamine istandusest ning olulist rolli mängib ka ilmastikutingimused (Starast *et al.*, 2013). Hrenova, K ja Raamets, R. viisid läbi Eesti Maaülikoolis katsed, mille eesmärgiks oli uurida leegitamise ja biostimulaatori Humistar mõju aedmaasika saagikusele. Hrenova tulemustest selgus, et leegitamine vähendas lehtede ja õisikute arvu, kuid parandas viljade biokeemilist koostist. Väetamine ei avaldanud positiivset mõju taime kasvule. Raametsa tulemustest selgus, et mitmekordne defoliatsioon vähendas juurekaela ja juurte massi, kuid biostimulaatoriga Humistar väetamine mõjus taimedele positiivselt (Hrenova, 2014; Raamets, 2015). Washingtoni Ülikoolis läbi viidud uuringust selgus lisaks eelmainitud tulemustele, et leegitamine vähendab umbrohtu ja suurendab maasikavilja massi (Miller *et al.*, 2013).

## 1.2 Kõrged kiletunnelid maasikakasvatuses

Kõige tavalisem viis maasikate tootmiseks on avamaal, samuti on võimalik kasvatada kasvuhoones või tunnelkasvuhoones (Freeman & Gnayem, 2005). Tunnelkasvuhoone on ehitatud torust või muust materjalist karkass, mis on kaetud enamasti ühe kihi polüetüleenkilega, neil puudub automaatne ventilatsioon ja küttesüsteem (Salamé-Donoso *et al.*, 2010). Enamikus kasvuhoonetes kasutatakse aianduslike kultuuride kasvatamiseks kilemultši, et soojendada mulda, ja tilkniisutussüsteemi, et varustada taimi vee ja vajalike toitainetega (Lamont, 2009).

Tunnelkasvuhoonete kasutamise eesmärk aedmaasika tootmisel on kaitsta taimi õitsemise perioodil kevadiste öökülmade eest ning aidata kaasa saagi varasemale valmimisele (Neri *et al.*, 2012). Eelnevate uuringute põhjal on selgunud, et tunnelkasvuhoonetes kasvavate maasikataimede saak on suurem ja viljade kvaliteet parem kui avamaa maasikatel (Kadir *et al.*, 2006; Nes *et al.*, 2017). Lisaks leidsid Kadir *et al.*, 2006, et tunnelis kasvanud maasikataimedel oli rohkem risoomiharusid, suurem lehtede pindala ja arv ning suurem biomass. Floridas viidi 2007-2009 läbi uurimustöö, mille eesmärgiks oli võrrelda tunnelites ja avamaal kasvatatud maasikasortide kasvu, saagikust, vilja valmimisaega ja viljade kvaliteeti. Tulemustest selgus, et maasikasortide istutamine tunnelkasvuhoonetesse mõjutab oluliselt taime arengut. Kõrgtunnelid kiirendasid valmimisaega ning suurendasid turustatavat saagikust. Varajane saagikus kasvas 54% võrra võrreldes avamaa saagikusega. Vilja kvaliteet ei vähenenud, sest maasikaviljad olid kaitstud vihmade eest (Salamé-Donoso *et al.*, 2010).

Saagi suurendamisele ning deformeerunud viljade vähenemisele aitavad kaasa tolmeldajad (Ariza *et al.*, 2012). Tunnelkasvuhoonetes aitavad maasikaid lisatolmeldajad: mesilased ja kimalased (Abrol *et al.*, 2019; Zaitoun *et al.*, 2006). Eesti Maaülikoolis on läbi viidud katse, kus uuriti tunnelkasvuhoone mõju kimalaste korjekäitumisele ja aedmaasika saagi kujunemisele. Tulemustest selgus, et tolmeldamine ei avaldanud mõju sordi 'Sonata' vilja arvule ega massile, kuid lisatolmeldamine kimalaste toel oli oluline, sest teisi tolmeldajaid oli vähe (Bontšutšnaja, 2016). Klatt *et al.*, 2014 leidsid aga oma katsetöös, et mesilaste poolt tolmeldatud maasikatel oli suurem vilja mass ning viljad olid vähem deformeerunud, mis tagab tootjale suurema kasumi. Lisaks aitab tunnelkasvuhoone kaitsta tuule, vihma, putukate ning mõnede haiguste eest (Lamont, 2005).

Kirjanduse põhjal on selgunud, et tunnelis kasvanud maasikatel on suurem antioksidantide, askorbiinhapete ehk C-vitamiini, kuivaine sisaldus, pikem säilivusaeg ning teatud sortide puhul

ka parem maitse ja väljanägemine (Reganold *et al.*, 2010). Voca *et al.*, 2006 viisid läbi katse, mille eesmärk oli uurida aedmaasikasordi 'Elsanta' füüsikalisi ja keemilisi omadusi sõltuvalt kasvatusviisist (avamaal, tunnelkasvuhoones ja hüdropoonikas). Katse tulemustest selgus, et mahla kuivaine sisaldus oli suurem kõrgtunnelis (7,3 °Brix), avamaal ja hüdropoonikas kasvanud maasikatel oli see mõnevõrra madalam (6,3 ja 6,2 °Brix). Üldhappesus oli kõrgem tunnelkasvuhoones võrreldes teiste kasvatusviisidega. Askorbiinhappe sisaldus oli järgmine: kõrgtunnelis 68,6 mg/100g, hüdropoonikas 58,3 mg/100g ja avamaal 64,4 mg/100g. Vilja massid oli tunnelis 20 g, hüdropoonikas ja avamaal vastavalt 21 ja 17 g.

Kiletunnelite puuduseks peetakse nende maksumust, mis eeldab tootjatelt lisainvesteeringuid. Eesti Maaülikoolis viidi 2019. aastal läbi katse, mille eesmärgiks oli selgitada välja aedmaasikasortide 'Polka', 'Sonsation' ja 'Allegro' saagikus ning viljade kahjustajad sõltuvalt tunnelitüübist (avatud ja putukavõrguga kaitstud), lisaks uuriti kulude ja tulude erinevusi. Tulemustest selgus, et võrgutunnelis oli müügitulu suurem kui avatud tunnelis, kuid samuti oli võrgutunnelis lisaks suuremad kulud, mis ei olnud enam tootjale majanduslikult kasumlik (Hüdsi, 2020). Kirjandusest selgub, et tunnelid aitavad küll vähendada hahkhallitust, antraknoosi ja maasika-risoomimädanikku, kuid suurendavad maasika-jahukaste levikut (Xiao *et al.*, 2001; Demchak, 2009). Willocquet *et al.*, viisid 2008 aastal läbi katse, mille eesmärk oli uurida maasika-jahukaste levikut kahes tootmissüsteemis: avatud kiletunnelis ja suletud kasvuhoones. Tulemustest selgus, et jahukaste levik oli avatud kiletunnelis suurem kui kasvuhoones, mille põhjuseks võis olla tuule kiirus, mis oli kasvuhoones 10 korda väiksem kui kiletunnelis. Maasika vilja suurus väheneb temperatuuril üle 30 °C (Wang & Camp, 2000). Ledesma *et al.*, 2008 viisid läbi katse, mille eesmärk oli välja selgitada kõrgete temperatuuride mõju kahele aedmaasikasordile ning kas maasikasordid reageerivad stressile erinevalt. Tulemustest selgus, et kõrged temperatuurid vähendasid õisikute, õite ja viljade arvu ning lisaks suurenes kõrgetel temperatuuridel viljade deformeerumine. Kirjanduse andmete põhjal võime järeldada, et kiletunnelis maasikate kasvatamisel leidub nii positiivseid kui ka negatiivseid mõjusid.

### 1.3. Peamised kahjurid ja haigused aedmaasikal

**Maasika-õielõikaja** (*Anthonomus rubi*) (joonis 1) on kahjur, kes on tuntud nii maasika- kui vaarikaistandustes (Kikas & Libek, 2002; Arus *et al.*, 2008). Mardikad ilmuvad maasika noortele lehtedele kevadel ning närivad maasikalehti ja pungi. Emane mardikas puurib oma kärsaga tunneli õienuppu, sööb tolmukad, emaka ja õiepõhja ära, mille tulemusel jääb

poolkuivanud õienupp rippuma (Metspalu, 2020). Norras läbi viidud uuringus on leitud, et kahjur võib muneda kuni 3-4 muna (Aasen *et al.*, 2004). Kokku võib emane mardikas muneda ühes päevas kuni 100 muna (Baroffio *et al.*, 2016). Uuringute andmetel võib maasika-õielõikaja kahjustus maasikaistanduses varieeruda 5-90%-ni (Leska, 1965, viidatud Kovanci 2005). Õitsemise ajal võib kasutada katteloori, et vähendada kahjuri poolt kahjustatud õienuppude arvukust (Svensson, 2002). Vältida tuleks maasikaistanduste rajamist metsaservade lähedusse ja vanemate istanduste kasutamist, kuna seal on soodsad tingimused kahjuri arenguks (Krauß *et al.*, 2014). Jay *et al.*, 2008 kasutasid oma uuringus erinevaid liimpüüniseid kahjuri seireks. Katses oli neli värvi püüniseid: sinine, kollane, valge ja läbipaistev, mis oli paigaldatud horisontaalselt kui ka vertikaalselt. Tulemustest selgus, et efektiivsemad olid kollased liimpüünised, mis olid paigaldatud horisontaalselt.



**Joonis 1.** Maasika-õielõikaja ja tema kahjustus maasikal. (Fotod: Alföldi, 2015)

**Maasika-seemnenäkk** (*Harpalus pubescens*) kuulub mardikaliste seltsi. Vastsed toituvad mullas leiduvatest elusolenditest. Kevadel söövad mardikad putukaid ja nende vastseid, nälkjaid ja vihmausse (Pärtel, 1974; Metspalu, 2020). Maasika-seemnenäkk toitub ja liigub öösiti ja päeval on ta varjul prahi, kivide ja mullatükkide all. Maasikaid kahjustab mardikas (Metspalu, 2020). Maasika-seemnenäkk eelistab küpseid maasikavilju, mille küljest rebib lahti seemned. Ta sööb ära sisu ning marja alla jätab seemnekestad (Metspalu, 2020; Pärtel, 1974). Mardikas võib kahjustada ka vilju, närides neisse augud (Zolk, 1932). Kikas ja Luik viisid läbi uuringu aastatel 1996-1999, mille eesmärgiks oli uurida erinevate multšide ja sortide mõju aedmaasikale ning viljade taimekahjustajaid. Tulemustest selgus, et 91,4% püünistega püütud putukatest olid jooksiklased, milles domineerisid liigid *Harpalus* ja *Pterostichus*. Suurem jooksiklaste arvukus esines peenrakatte, musta kile ja puitmultši variantides. Maasika-seemnenäki suurem kahjustuse protsent oli musta kile variandis (Kikas & Luik, 2002).

Kahjustuse vähendamiseks tuleks viljad korjata enne nende täielikku küpsemist (Kikas & Luik, 2002).

**Maasikalest** (*Phytonemus pallidus* Banks) on kahjur nii avamaal kui ka kasvuhoones. Aktiivseks muutuvad lestad kevadel, kui taimedel algab vegetatsiooniperiood. Lestad alustavad taimemahla imemist lehtede alumiselt küljelt (Pärtel, 1974). Soodsates tingimustes võib emane muneda oma eluea jooksul kuni 90 muna, millest 80 % on emased (Allen, 1959). Maasikalest kahjustab noori maasikalehti, mille tagajärjel lehed muutuvad halliks, pruunikasrohelisteks, kortsuliseks, karedaks ning suure kahjustuse korral kuivavad. Maasikalest võib kahjustada ka õisi ning vilju (joonis 2). Õied hävivad ning viljad on väikesed, pronksja värvusega ning seemned on hästi marja pinnal näha (Pärtel, 1974; Denmark, 2000). Poolas viidi läbi aastatel 1999-2002 välikatse, kus uuriti erinevate maasikasortide haiguskindlust kahjurite ja haiguste suhtes. Tulemustest selgus, et maasikalesta kahjustust esines sortidel 'Elkat', 'Elsanta', 'Honeoye', 'Kaster', 'Kent', 'Marmolada', 'Polka' ja 'Selva' (Labanowska *et al.*, 2004). Tõrjeks maasikalesta vastu sobib kasutada biopreparaati NeemAzal T/S ning röövlesti (Metspalu, 2020). Tuovinen ja Lindqvist (2010) uurisid *Phytonemus pallidus* Banks. ennetavaks tõrjevahendiks röövlesti. Tulemustest leiti, et kõige tõhusam maasikalesta vastu on röövlestad *Anthoseius rhenanus* (Oudemans) ja *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans).



**Joonis 2.** Maasikalesta kahjustus taimel (Foto: Ulvi Moor)

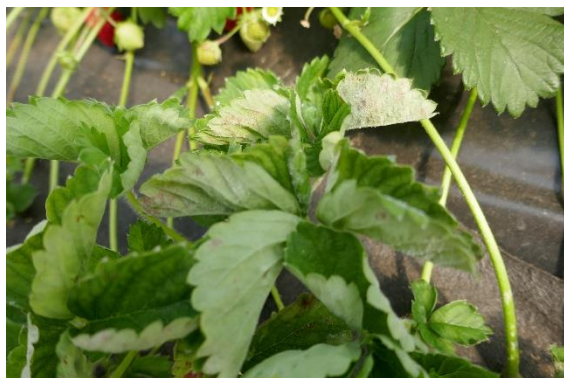
**Punane ehk harilik kedriklest** (*Tetranychus urticae* Koch) on enamasti katmikkultuuride kahjur, kes lisaks maasikale kahjustab ka teisi kultuure (Easterbrook *et al.*, 2001; van den Boom *et al.*, 2003). Kahjur võib hävitada maasikaistandusest kuni 80% (Chiavegato & Mischán, 1981, viidatud Fadini *et al.*, 2004). Soodsates tingimustes kestab kahjuri elutsükkel 2-3 nädalat temperatuuril üle +10 °C (Reid & Botha, 2014; Metspalu, 2020). Punane ehk harilik kedriklest toitub lehtede all ning imeb taimedest mahla, mille tulemusel hävib lehe klorofüll ja lehed muutuvad laiguliseks, kollaseks, halliks, pronksjaks ja maasikaõied pruunistuvad. Tugeva

kahjustuse korral taim hävib (Fasulo & Denmark, 2000; Reid & Botha, 2014). Norras on viidud läbi katse, kus hariliku kedriklesta tõrjeks on kasutatud röövlesta *Neoseiulus californicus*, mis aitas hoida kahjurite arvukust madalal (Trandem, 2003). Canassa *et al.*, 2019 viisid läbi katse, kus kasutasid kahjuri tõrjeks entomopatogeenseid seeni *Metarhizium robertsii* ja *Beauveria bassiana*, mille tulemusel vähenes kahjurite arvukus. Lisaks selgus uuringust, et entomopatogeenseid seeni on võimalik edukalt kasutada koos röövlestadega. Hata *et al.*, 2016 uurisid hariliku kedriklesta esinemist põllul ja kasvuhoones, kuhu oli külvatud aromaatsaid taimi. Aromaatsete taimede hulka kuulusid: murulauk, koriander, apteegitill, küüslauk, pune ja magus majoraan. Tulemustest leiti, et maasikataimede vahele istutatud küüslauk, apteegitill ja murulauk vähendasid hariliku kedriklesta arvukust. Eesti Maaülikoolis viisid läbi katse Kuusik, Hiiesaar ja Metspalu (2000), kus uuriti koirohu ja männi võrsete ekstrakti mõju punase kedriklestale. Tulemustest selgus, et ekstraktide vahel oli sünergiline mõju. Koirohu ja männi võrsete ekstraktid olid tõhusamad kui eraldi taimeliigi ekstraktid.

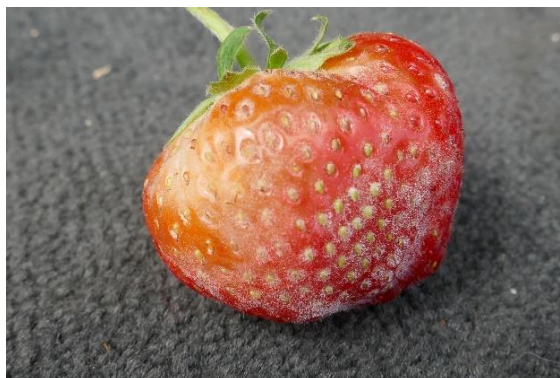
**Hahkhallitus** on seenhaigus, mille haigustekitajaks on seen *Botrytis cinerea*, mis kahjustab vilju, lehti, õisi ja leheraage (Ries, 1995; Pärtel, 1974). Kahjustus esineb rohkem niiskete ja jahedate ilmade korral ning võib hävitada 80-90% maasikaõitest ja -viljadest (Ries, 1995). Kevadel toodab seen eoseid, mis levivad tuule ja vihmaga. Ideaalsed tingimused seeneeoste idanemiseks ja nakatumiseks on temperatuuri ja niiskuse koosmõju, kus soodne temperatuur jääb vahemikku 15-25 °C (Turechek, 2004). Esmane nakkus toimub enne viljade valmimist, tavaliselt õitsemise ajal või vahetult pärast seda (Petrasch *et al.*, 2019). Maasikaviljade nakatamine toimub õite kaudu. Õied on vastuvõtlikumad avanemisel ja kaks või kolm päeva pärast avanemist (Turechek, 2004). Haigusest nakatunud viljad pehmenevad, kattuvad halli sulgja kirmega ning lõpuks pruunistuvad, kuivavad ning mumifitseeruvad (Pärtel, 1974). Haigusega nakatunud lehtedel ilmnevad suured laialivalguvad pruunid laigud ja hiljem tekivad eosed (Pärtel, 1974; Turechek, 2004). Oluline on vältida lämmastikuga üleväetamist, kuna see võib soodustada patogeeni arengut (Feliziani & Romanazzi, 2016). Pant, M. (2013) võrdles oma magistritöös meemesilaste ja karukimalaste tõhusust hahkhallituse vastu, kasutades biofungitsiidi Prestop Mix. Tulemustest selgus, et meemesilased ja karukimalased vähendasid haiguse osakaalu viljadel vastavalt 10,5% ja 22,5% võrra. Mittetermilise meetodina tuleks kasutada ultraviolettkiirgust. Aday *et al.*, 2013 uurisid ultrahelivõimsuse ja töötlemisesageduse mõju maasikale. Tulemustest selgus, et 30 W ja 60 W kasutamine 5–10 minutit oli tõhusaks vahendiks hahkhallituse vastu ning aitas pikendada maasikaviljade säilivusaega.



**Maasika-jahukaste** on oluline seenhaigus, mille haigustekitajaks on *Sphaerotheca aphans* (*S. macularis f. fragariae*) (Libek & Eskla, 2012). Nakatumine võib toimuda temperatuuridel 6–36 °C (Miller *et al.*, 2003), kuid eoste idanemist soodustab kõrge õhuniiskus ja optimaalne temperatuur on 20–25 °C (Peries, 1962). Haigus võib levida nii kuival kui ka niiskel perioodil ning levib enamasti kõrgetes tunnelkasvuhoonetes, mis on otseselt seotud tuule kiirusega (Janisiewicz *et al.*, 2016). Esialgsed sümptomid on seeneniidistiku valged laigud lehe alumisel või ülemisel pinnal (joonis 3). Haiguse süvenedes võivad leheservad ülespoole keerduda ja lehepinnale ilmuvad ebakorrapäraseid punakad laigud (Nelson *et al.*, 1995). Seenpatogeen võib nakatada maasikataime kõiki maapealseid osi, k.a. õienupud, õied, õie-ja leherootsud ning viljad (joonis 4) (Nelson *et al.*, 1996). Janisiewicz *et al.*, 2016 viisid läbi uuringu, kus kasutasid haiguse tõrjeks UV-kiirgust (joonis 5) teatud aja jooksul. Tulemustes selgus, et selline meetod vähendas haigestunud maasikaviljade hulka ning suurendas viljade saagikust ja kvaliteeti.



**Joonis 3.** Maasikalehel jahukaste kahjustus (Foto: Ulvi Moor)



**Joonis 4.** Maasika-jahukastega kaetud vili (Foto: Ulvi Moor)



**Joonis 5.** Maasika-jahukaste tõrje ultraviolettkiirgusega (Foto: Elina Lindemann)



**Maasika-närbumistõbi** on levinud seenhaigus, mille tekitajaks on seened *Verticillium albatrum* ja *V. dahliae*, mis põhjustab maasikataimele närbumist (Libek & Eskla, 2012; Sowik *et al.*, 2016). Maasika-närbumistõbi võib põhjustada saagikadu 10-35% või kuni 80% (Song *et al.*, 2019; Sowik *et al.*, 2016). Seen talvitub mullas ja kevadel tungib maasikataime vigastatud juurte kaudu, kus seeneniidistik hakkab arenema. Selle tagajärjeks on häiritud taimel vee omastamine ja toitainete kättesaadavus ning väheneb fotosünteesi aktiivsus ja maapealsed osad närbuvad (Sowik *et al.*, 2016; Pärtel, 1974). Nakatunud taime kasv pidurdub, lehed muutuvad punakaskollaseks, lehestik kuivab ja toimub enneaegne defoliatsioon ning taim hävib mõne päevaga (Pascual *et al.*, 2010; Pärtel, 1974). Haiguskoldeid võib märgata pärast tugevat vihma juuni lõpul või juuli alguses (Pärtel, 1974). Haigust on võimalik vähendada külvikordadega, kasutada haigusresistentseid maasikasorte, bioloogiliste ja keemiliste vahenditega, kuid mahepõllumajanduses pole viimast lubatud kasutada (Pascual *et al.*, 2010; Goicoechea, 2009).

#### **1.4 Maasikaviljade biokeemiline koostis ja seda mõjutavad tegurid**

Värske aedmaasika kvaliteedinäitajaid määrab: välimus (värv, kuju, suurus, läige ja kahjustused), tekstuur, maitse (magusus, hapukus) ja toitained (vitamiinid, mineraalained, süsivesikud). Kõiki neid näitajaid on võimalik määrata biofüüsikaliste ja keemiliste analüüside abil (ElMasry *et al.*, 2007; Gunness *et al.*, 2009).

Maasikavilja kõige olulisemaks tunnuseks on punane värvus, mis on tingitud antotsüaniinidest, mis on flavonoidide rühma kuuluv pigmentaine (Wallace & Giusti, 2015). Maasikas peamisteks leiduvateks antotsüaniinideks on 77–90% pelargonidiin-3-glükosiid (Pg 3-glükoos), 6–11% pelargonidiin-3-rutinoosid (Pg 3-rut ) ja tsüanindiin-3-glükosiid 3–10% (Cy 3-glükoos) (Zabetakis *et al.*, 2000; Silvia *et al.*, 2007). Antotsüaniinide üldsisaldus aedmaasikas varieerub 20-60 mg/100g kohta (Azam *et al.* 2019). Tramm (2017) uuris oma bakalaureuse töös Lõuna-Eesti istanduses vähetuntud aedmaasikate kasvu ja kvaliteeti ja nende vastavust sordiaretaja kirjeldusele, millest selgus, et sortide 'Sonata', 'Elianny', 'Figaro' ja 'Malwina' antotsüaanide sisaldus varieerus 18-84 mg/100g kohta. Crecente-Campo *et al.*, 2012 uurisid mahe- ja tavaviljeluses kasvavate maasikate kvaliteedinäitajaid: värvust, antotsüaniinide sisaldust, askorbiinhapet ja fenoolsete ühendite üldsisaldust. Tulemustest selgus, et maheviljeluses kasvanud viljad olid tumedamad ja punasemad, antotsüaniinide sisaldus ja askorpiinhappe sisaldus olid suuremad, üldfenoolide sisalduses olulisi erinevusi ei leitud. Maasika

värvipigmenti sisaldus viljades on mõjutatud viljade küpsusest, sordist, säilitamistemperatuurist ja -ajast (Ayala-Zavala *et al.*, 2004).

Aedmaasika mahla kuivaine põhikoostisosaks on suhkrud 80-90% (Kelt *et al.*, 1997; Wrolstad & Shallenberger, 1981, viidatud Moor *et al.*, 2013). Maasikate mahla kuivaine sisaldust on võimalik mõõta refraktomeetriga, mis näitab mahla kuivaine sisaldust % või °Brix. Kallio *et al.*, 2000 viisid läbi kaheaastase uuringu Soomes, et võrrelda suhkru ja orgaaniliste hapete sisaldust tava- ja maheviljelustes kavavanud maasikatel. Tulemustest selgus, et maasikates olid peamised suhkrud glükoos, fruktoos ja sahharoos ning mahla kuivaine sisaldus varieerus vahemikus 5,35-10,96 °Brix. Olulisi erinevusi tava- ja maheviljeluses ei leitud. Moor *et al.* viisid läbi aastal 2012 Eesti Maaülikoolis katse, mille eesmärgiks oli hinnata sordi 'Sonata' viljade kvaliteeti ja säilivust. Katsest selgus, et mahla kuivaine sisaldus varieerus 8,4–9,9%. Tramm (2017) bakalaureusetöös selgus, et mahla kuivaine sisaldus oli vahemikus 8,0-11,8%. Mahla kuivaine sisalduse erinevused võivad olla tingitud taimede istutusajast, vilja küpsusest, niisutamisest ja väetamisest (Ferreira *et al.*, 2007; Rahman *et al.*, 2014; Correia *et al.*, 2011). Lisaks suhkrutele, leidub maasikates ka orgaanilisi happeid. Aedmaasikas on umbes 90% sidrunhapet ja lisaks eelnimetatud ka õunhapet (Sturm *et al.*, 2003; Kallio *et al.*, 2000). Orgaaniliste hapete sisaldus maasikas varieerub 0,50-1,87% (Kader, 1991). Orgaaniliste hapete sisalduse erinevused sõltuvad sordist, temperatuurist, marja küpsusest ja mullatingimustest (Wang & Camp, 2000; Crespo *et al.*, 2010; Stój & Targoński, 2006).

Maasikamaitset mõjutab suhkrute ja orgaaniliste hapete suhe, mille tulemusel hinnatakse maasikavilja magusust. Kõrge mahla kuivaine ja orgaanilise hapete sisaldus tagab maasikale hea maitse. Kõrge orgaanilise happe sisalduse ja madala kuivaine sisalduse tulemusel saadakse hapukas mari, kuid vähesel mahla kuivaine ja orgaanilise hapete sisalduse tulemuseks on maitsetud marjad (Kader, 1991). Orgaaniliste hapete ja mahla kuivaine sisalduse suhe on sobiv vahemikus 8,5-14 (Oregon Strawberry Commission, 2006, viidatud Keutgen & Pawelzik, 2007). Tramm (2017) bakalaureusetöös selgus, et mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe oli vahemikus 7,9-14,2. Eesti Maaülikoolis läbi viidud katse aastal 2008 sortidega: 'Sonata', 'Honeye' ja 'Polka', selgus, et mahla kuivainete ja orgaaniliste hapete suhe oli järgmine: 'Sonata' jäi vahemikku 9,9-11,3 ja 'Polka' varieerus 9,6-11,8 ning 'Honeye' oli vahemikus 7,7-8,8 (Moor *et al.*, 2012). Ikegaya *et al.*, 2019 viis läbi katse, mille eesmärgiks oli uurida aedmaasika mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete mõju maitsele. Maasikaid kasvatati kasvuhoones. Tulemustest selgus, et mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe oli maasikaviljas erinev, varieerudes vahemikus 6,5-10,9. Mahla kuivainete ja orgaaniliste hapete

suhtele avaldavad mõju sort, kasvutingimused, marjade küpsusaste ja taimede vanus (Crespo *et al.*, 2010; Kallio *et al.*, 2000).

Aedmaasikat peetakse üheks parimaks antioksidantide allikaks, eelkõige kõrge askorbiinhappe ehk c-vitamiini sisalduse tõttu ning mis on eriti kõrge töötlemata maasikas. C-vitamiini sisaldus maasikates on umbes 40-70 mg /100g maasika kohta (Sapei & Hwa, 2014). Moor *et al.*, 2013 läbi viidud katse tulemustes selgus, et sordi 'Sonata' askorbiinhappe sisaldus varieerus vahemikus 45-53 mg /100g kohta. Eelnevate uuringute tulemusel on teada, et askorbiinhappe kontsentratsioon suureneb küpsemise perioodil (Ornelas-Paz *et al.*, 2013; Kafkas *et al.*, 2007). Cordenunsi *et al.*, 2003 uurimustöös selgus, et C-vitamiini sisaldus marjade säilitamisel väheneb. Askorbiinhappe sisaldust mõjutavad genotüüp ja keskkonnatingimused (Pineli *et al.*, 2011).

## 2. MATERJAL JA METOODIKA

### 2.1. Katseala iseloomustus

Antud magistritöös läbi viidud katse toimus Tartu maakonnas Kastre vallas Roiu alevikus Aran PM OÜ-s. Katse oli rajatud aastal 2019 kahte kiletunnelisse. Maasikataimed olid istutatud kahes reas ning taimede vahe oli 28 cm. Istanduses olid peenrad kaetud musta kilemultšiga ning peenravahedes kasutati geotekstiili, mis tõkestas umbrohu levikut. Tunnelites oli kasutusel tilkkastmissüsteem. Ühes kiletunnelis olid otsad avatud (joonis 6), teises kiletunnelis kasutati külgedel ja otstel putukavõrku (joonis 7). Tunneli pikkus oli 65 m, laius 7,5 m ja kõrgus 3,6 m. Katses kasutati kolme aedmaasika sorti: 'Allegro', 'Polka' ja 'Sonsation'. Seega oli katses kuus varianti (3 sorti avatud otstega tunnelis ja 3 võrgutunnelis). Taimed olid istutatud neljas korduses ja randomiseeritud asetusega. Taimi oli ühes korduses 20 tk. Katsetaimede väetamiseks kasutati Hollandi ettevõtte Biota Nutrients veeslahustuvaid maheväetisi. Maasikataimed said hooajal 39 kg lämmastikku, 32 kg kaaliumit, 7,2 kg magneesiumit ja 2,4 kg kaltsiumit hektarile.



**Joonis 6.** Avatud otstega kiletunnel (Foto: Kert Hüdsi)



**Joonis 7.** Kiletunnel, mis on kaetud külgedelt ja otstelt putukavõrguga (Foto: Elina Lindemann)

### 2.2. Katseaasta ilmastik ja õhutemperatuur ning õhuniiskus katsetunnelites

Eesti asub Euroopa põhjaosas Läänemere idarannikul, põhjapoolsemas osas merelise ja mandrilise kliima üleminekualal. Eesti kliimat mõjutab Atlandi ookean, eelkõige Põhja-Atlandi hoovus, mis põhjustavad sademeid, tuuli ja temperatuuri kõikumisi (Estonica Entsüklopeedia..., 2012). Eestis on üldine vegetatsiooniperiood keskmiselt 170-180 päeva, kus

ööpäeva keskmine temperatuur on kestvalt üle 5 °C ja kestab see periood mai algusest septembrikuu lõpuni (Peedel, 2009).

Tartu-Tõravere meteoroloogiajaama andmetel (tabel 1) on mõõdetud mai, juuni ja juuliku keskmine õhutemperatuur aastal 2020 0,3°C võrra madalam kui eelnevatel aastatel 1981-2010.

**Tabel 1.** Riigi Ilmateenistuse andmetel aastatel 1981-2010 ja Tartu-Tõravere meteoroloogiajaamas mõõdetud 2020. aasta mai, juuni ja juuliku keskmine õhutemperatuur (°C) ja sademete hulk (mm)

Kuu	Keskmine õhutemperatuur, C		Sademed kokku, mm	
	1981-2010	2020	1981-2010	2020
Mai	11,6	9,4	56	37
Juuni	15,2	18,1	84	114
Juuli	17,7	16,1	72	97
<b>Mai-Juuli</b>	<b>14,8</b>	<b>14,5</b>	<b>70,7</b>	<b>82,7</b>

Keskmine õhutemperatuur oli maikuus 2020 9,4°C, mis oli 2,2°C võrra madalam kui aastatel 1981-2010. Juuniku keskmine õhutemperatuur oli 2020. aastal 18,1°C, mis oli 2,9°C võrra kõrgem kui aastatel 1981-2010. Juuliku keskmine õhutemperatuur oli 16,1°C, mis oli 1,6°C võrra madalam kui aastatel 1981-2010. Maasikaviljade korjeperioodi kõige soojem kuu oli juuniku (18,1°C).

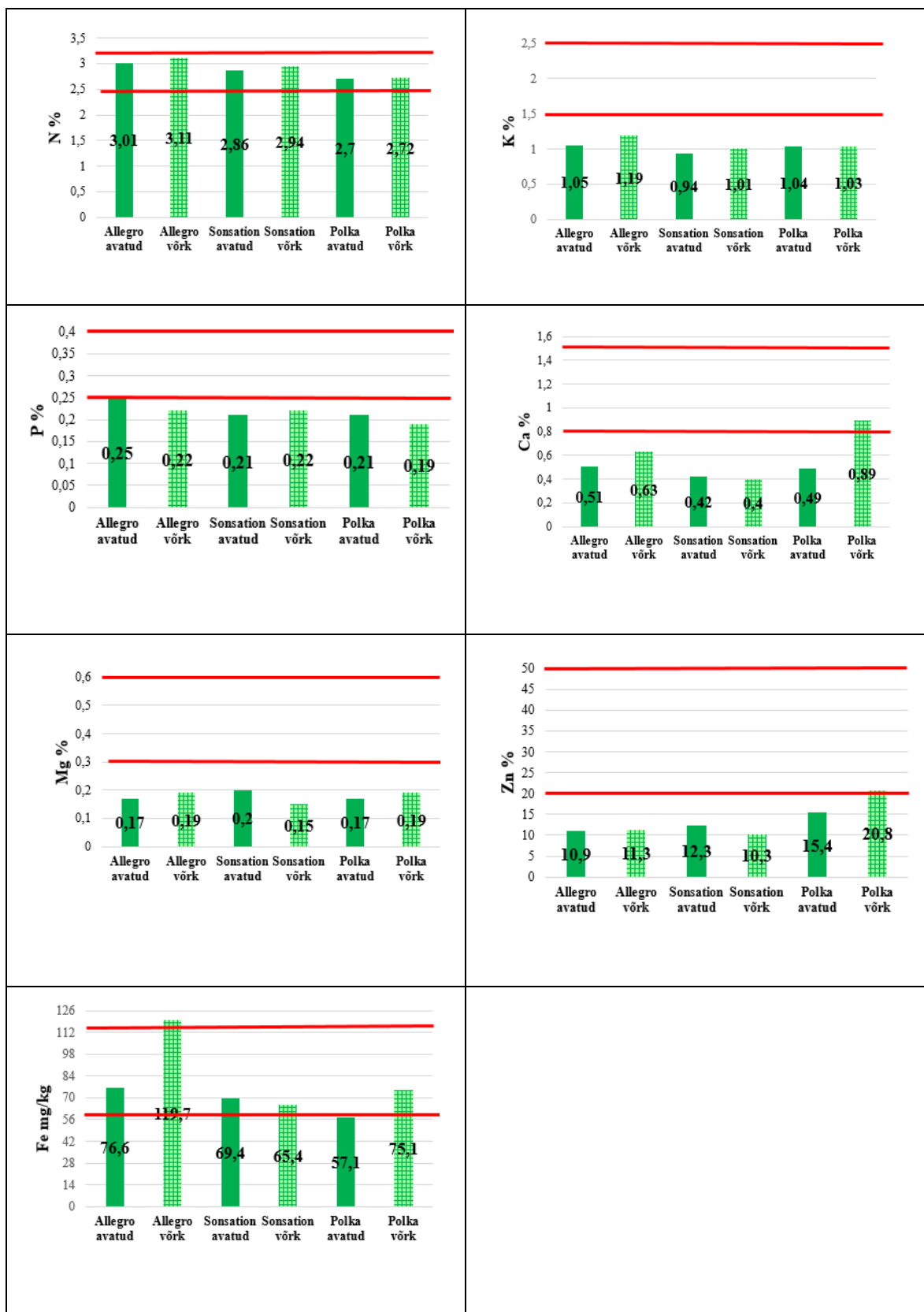
Keskmine sademete hulk maikuus 2020 oli 37 mm, mis oli 19mm vähem kui aastatel 1981-2010. Juuniku keskmine sademete hulk oli 114 mm, mis oli 30 mm rohkem kui aastatel 1981-2010. Juuliku keskmine sademete hulk oli 97 mm, mis oli 25 mm rohkem kui aastatel 1981-2010. Mahekatse perioodi kõige suurem sademete hulk oli juunikuus (114mm).

2020 aasta mais, juunis ja juulis oli avatud otstega kiletunneli kõige kõrgem keskmine õhutemperatuur 21-30 juuni (22,6°C) ja kõige madalam 11-21 mai (10,9°C). Putukavõrguga kaetud kiletunnelis samal dekaadil oli keskmine õhutemperatuur kõige kõrgem (23,5°C) ja kõige madalam (9,6°C). Kõige kõrgem keskmine õhuniiskus oli avatud otstega kiletunnelis 11-20 juuni (72,5%RH) ja kõige madalam oli 22-31 mai (62,9%RH). Putukavõrguga kaetud kiletunnelis samal perioodil oli kõige kõrgem keskmise õhuniiskus (74,7%RH) ja kõige madalam (61,8%RH) (tabel 2).

**Tabel 2.** 2020 aasta mai, juuni ja juuli avatud otstega kiletunneli ja putukavõrguga kaetud kiletunneli keskmised õhutemperatuurid (°C) ja õhuniiskused (%RH)

Kuupäev	Avatud otstega kiletunnel		Putukavõrguga kaetud kiletunnel	
	°C	%RH	°C	%RH
01-10 mai	15,2	63,9	13,9	62,2
11-21 mai	10,9	71,9	9,6	71,2
22-31 mai	18,2	62,9	17,2	61,8
01-10 juuni	17,0	71,8	17,9	73,5
11-20 juuni	21,1	72,5	21,8	74,7
21-30 juuni	22,6	67,9	23,5	69,7
01-09 juuli	19,9	68,2	20,2	69,6
<b>Keskmine</b>	<b>17,8</b>	<b>68,4</b>	<b>17,7</b>	<b>69,0</b>

Mahekatses olnud sortide 'Allegro', 'Sonsation' ja 'Polka' lehtedest tehti 15. mail 2020 õitsemise ajal leheanalüüs, mis näitas, et antud sortidel oli enamikul toiteelementide suur defitsiit (joonis 8). Taimedel oli K, P, Ca, Mg ja Zn puudus. Aedmaasika taimedel ei esinenud lämmastikupuudust ja rauapuudust, mis jäi soovituslikku vahemikku.



**Joonis 8.** Lämmastiku, kaaliumi, fosfori, kaltsiumi, magneesiumi, tsingi ja raua sisaldus mahekatsetes olevate sortide 'Allegro', 'Sonsation' ja 'Polka' lehtedes õitsemise ajal 15 mai 2020. Toitelementide soovituslik vahemik on märgitud kahe punase joone vahel: N, P, K, Ca ja Mg (Bergmann *et al.*, 1983, viidatud Põldma *et al.*, 2020); Fe (Almaliotis *et al.*, 2002); Zn (Pritts & Handley, 1998).

### 2.3. Katses kasutatud sordid

Katses olid järgmised sordid:

'**Allegro**' (joonis 9) on uus varajane sort, mis aretati Hollandis Fresh Forwardi aretusprogrammi raames. Sordiaretaja andmetel on taim külmakahjustustele väga vastupidav, sest õied asuvad lehtede all. 'Allegro' viljad (joonis 10) on keskmise suurusega, koonusekujulised, läikivad, erepunased ja mahlased (Frankvanalphen, 2021). Taimel on kiire vegetatiivne areng, mistõttu on oht üle väetada lämmastikväetisega. Sort on vastupidav jahukastele (Fresh Forward, 2021).



**Joonis 9.** Mahekatses olev maasikasort 'Allegro' (Foto: Elina Lindemann)



**Joonis 10.** Maasikasordi 'Allegro' viljad (Foto: Elina Lindemann)

'**Polka**' (joonis 11) on aretatud Hollandis Wageningenis 'Induka' ja 'Sivetta' ristamise teel 1975 aastal. Maasikapuhmik on keskmise kasvutugevusega, lehed on lopsakad ning leheääred sügava servsakiga (Kivistik *et al.*, 2010). 'Polka' viljumise periood on juuni keskpaigast juuli alguseni (Strawberryplant, 2019). Maasika viljad (joonis 12) on laimunajad, lühikese kaelaga, ümardunud tipuga ja säravpunased (Kivistik *et al.*, 2010). Maasikasort 'Polka' on vastuvõtlik lehti kahjustavatele seenhaigustele, maasikalestale ning risoomimädanikule (Libek & Eskla, 2012; Kivistik *et al.*, 2010). Saagiperioodi lõpuosas vajab taim rohket kastmist, et vältida viljade väiksust (Kivistik *et al.*, 2010).





**Joonis 11.** Mahekatses olev maasikasort 'Polka' (Foto: Elina Lindemann)



**Joonis 12.** Maasikasordi 'Polka' viljad (Foto: Elina Lindemann)

'**Sonsation**' on keskvalmiv sort, mis on aretatud Hollandis. Puhmik on tihe, mille lehed (joonis 13) on ülespoole pööratud (Flevoberry, 2018). Õiekobarad asuvad lehtede all, mis kaitsevad kevadiste külmade eest ning vilju on kerge korjata (Kraege..., 2021.). Vili (joonis 14) sarnaneb 'Sonataga', mis on erepunase intensiivse värvuse ja läikega ning koonusekujuline. Taim vajab rohkelt Mg, Ca ja K ning on vastupidav risoomimädanikule, kuid esineb jahukastet (Flevoberry, 2018).



**Joonis 13.** Mahekatses olev maasikasort 'Sonsation' (Foto: Elina Lindemann)



**Joonis 14.** Maasikasordi 'Sonsation' viljad (Foto: Elina Lindemann)

## 2.4. Katses läbiviidud mõõtmised ja määramised

Taimede toitumise hindamiseks tehti täisõitsemise faasis kõikidest variantidest leheanalüüsid. Üks proov koosnes kolmekümnest täielikult väljaarenenud maasikalehest, mis koguti variandi piires kõikide korduste taimedelt. Lehed lõigati ilma lehevarreta. Lehed kuivatati sundventilatsiooniga kuivatuskapis 60°C juures ja jahvatati veskiga Cemotec (Tecator). Jahvatatud proovide mineraliseerimisel (happega keetmisel) saadud lahust kasutati makro- ja mikroelementide üldsisalduse määramiseks. P ja Mg määrati spektromeetriliselt kasutades

seadet FIAStar (Tecator) ning K ja Ca leekfotomeetriliselt (Sherwood) EMÜ Taimebiokeemia laboris. Zn ja Fe üldsisaldused määrati aatomemissioonspektromeetriga MP4100 (Agilent).

Viljade korjeperiood kestis katseaastal 10. juunist 06. juulini. Avatud tunnelis oli 'Allegro' ja 'Polka' saagi korjeperiood 10. juunist 03. juulini. Sordi 'Sonsation' saagi korjati 12. juunist 06. juulini. Võrgutunnelis oli 'Allegro' saagi korjeperiood 10. juunist 01. juulini. Sordi 'Sonsation' saagi korjati 15. juunist 06. juulini ja 'Polka' saagi korjati 12. juunist 03. juulini. Maasikavilju korjati ülepäeviti ja sorteeriti nelja fraktsiooni:

1. Turustatavad viljad (joonis 15)-kahjustuseta ja üle 2 cm läbimõõduga viljad.
2. Jahukastega kahjustusega viljad (joonis 16).
3. Maasikalesta kahjustusega viljad (joonis 17).
4. Muu praak (enamasti seemnenäki kahjustusega viljad ja alla 2cm läbimõõduga viljad).

Kõik korjatud viljad loendati ja kaaluti variantide ja korduste kaupa.



**Joonis 15.** Turustatavad viljad sortidel: 'Allegro' 'Polka' ja 'Sonsation' (Foto: Elina Lindemann)



**Joonis 16.** Jahukastega Kahjustusega vili mahekatses (Foto: Elina Lindemann)



**Joonis 17.** Maasikalesta kahjustusega viljad mahekatses (Foto: Elina Lindemann)

Mahla kuivaine määramine toimus 19. juunil katsetunnelis digitaalse refraktomeetriga Pocket PAL-1, mis näitas mahla kuivaine % ehk Brix kraade. Igast kordusest korjati 0,5 kg ühesuguse suurusega täisküpseid vilju ja tehti 10 mahla kuivaine määramist. Viljad lõigati sektoriteks. Igast viljast võeti üks sektor ning asetati nelinurksele marlitükile. Marlitükk asetati presstangide vahele ning tilgutati refraktomeetri mõõtavale viljamahla. Digitaalse refraktomeetri ekraanile ilmus number, mis näitas Brix-i näitu protsendides ja tulemus kirjutati vastavasse tabelisse. Statistilises andmetöötluses kasutati kordusena 10 mõõtmistulemuse keskmist.

Orgaaniliste hapete määramiseks koguti iga variandi igast kordusest 10 vilja ja sügavkülmutati -20°C juures. Orgaaniliste hapete määramine toimus augustis EMÜ taimefüsioloogia laboris.

Esmalt lõigati iga variandi kolmest kordusest kümnest viljast sektorid, millest omakorda lõigati ~10 g viljatükikesi kolbi. Kolb täideti 80°C veega kuni 200 ml märgini ja asetati vesivanni, mida kuumutati 30 minutit kuni 80°C-ni. Pärast lahuste jahtumist filtreeriti need puhtasse kolbi ja pipeteeriti 40 ml selget filtraati 100 ml tiitrimistopsi. Orgaaniliste hapete sisaldust määrati filtraadist tiitrides 0,1 M NaOH lahusega kasutades titraatorit EasyPlus (Mettler Toledo, USA). Maasikate puhul väljendatakse orgaanilist hapet sidrunhappe sisaldusena protsentides (P väärtus 0,0064 g).

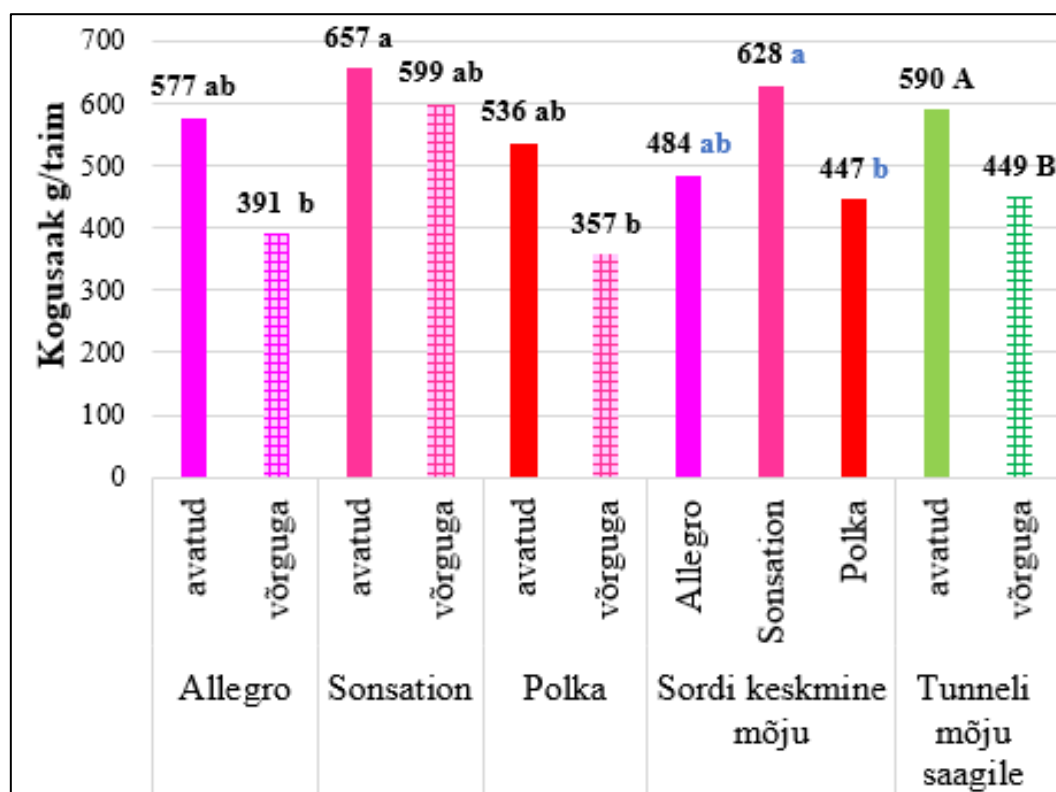
## **2.5. Andmeanalüüs**

Katses saadud andmete analüüsimiseks kasutati statistikaprogramme BlueSky Statistics ja Microsoft Excel. Maasika kogusaagi, turustatava saagi ja vilja keskmise massi mõju hinnati kahefaktorilise dispersioonanalüüsiga (ANOVA) Tukey HSD post-hoc testiga. Turustatava saagi, maasikalesta kahjustusega ja jahukaste kahjustusega saagi osakaal leiti protsent arvutuse teel. Tunnelitüübi mõju viljade maitsega seotud parameetritele hinnati kahefaktorilise dispersioonanalüüsiga Microsoft Excelis, kus usaldatavuse hindamiseks arvutati piirdiferentsid 95% tõenäosuse juures (PD=95%). Joonistel tähistavad erinevad tähed tulpadel statistilist erinevust ( $p < 0,05$ ).

### 3. TULEMUSED JA ARUTELU

#### 3.1. Maasika kogusaak ja turustatav saak avatud tunnelis ja võrguga tunnelis

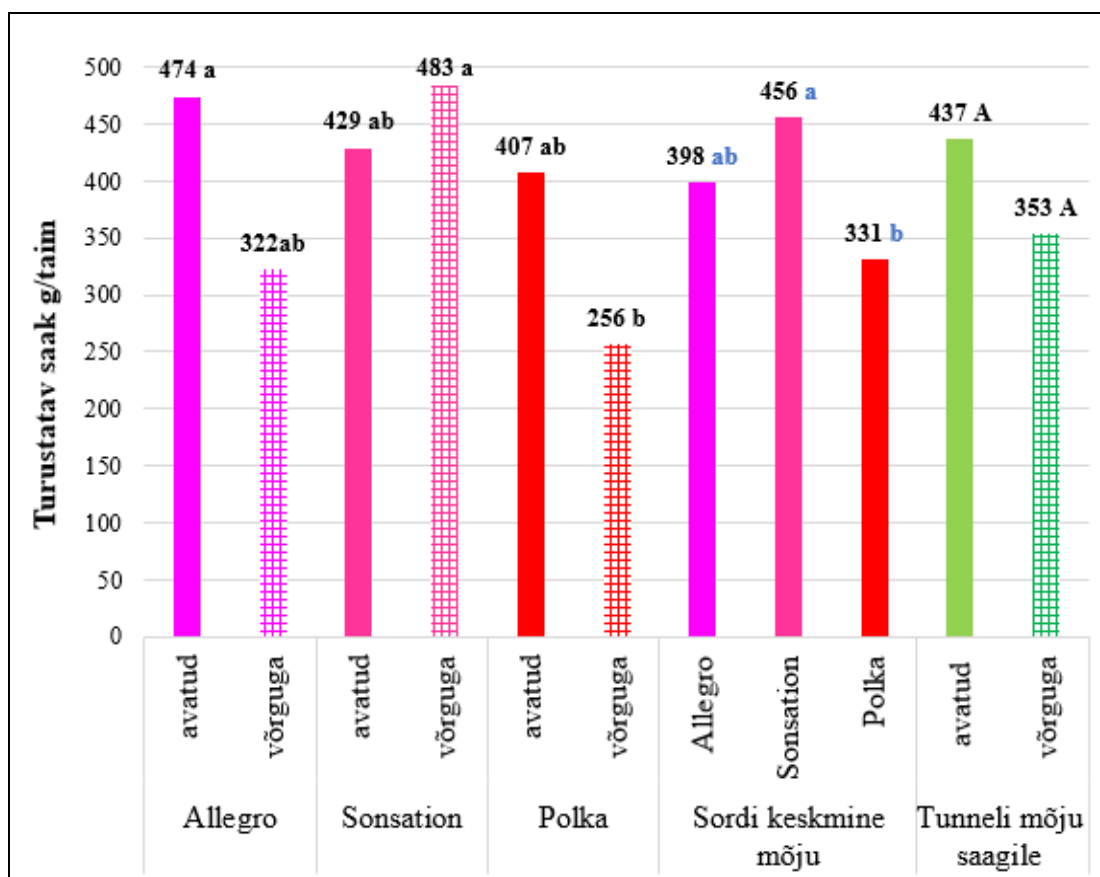
Mahekatses olnud sortide 'Allegro', 'Sonsation' ja 'Polka' kogusaak varieerus avatud tunnelis vahemikus 536...657 g/taim ja võrgutunnelis 357...599 g/taim (joonis 18).



**Joonis 18.** 2020. aastal mahekatses olnud sortide 'Allegro', 'Sonsation' ja 'Polka' kogusaak (g/taim) ning tunneli keskmine mõju (putukavõrguga kaetud tunnel ja avatud otstega kiletunnel) kogusaagile. Tulpadel tähistavad erinevad tähed statistiliselt usutavat erinevust (Tukey,  $p < 0,01$ ).

Variante eraldi vaadeldes ei avaldanud tunnelitüüp ja sort statistiliselt olulist mõju kogusaagile  $F_{2,306}=0,66, p < 0,52$ . Katse tulemustest selgus, et avatud tunnelis oli kõigi sortide saagikus tendentsina kõrgem kui võrguga tunnelis. Katse keskmisena avaldas sort saagikusele olulist mõju  $F_{2,309}=4,54$ ;  $p < 0,01$ : statistiliselt oluliselt erinesid 'Sonsation' ja 'Polka', (vastavalt 628 g/taim ja 447 g/taim). Katse keskmisena avaldas ka tunneli tüüp kogusaagikusele statistiliselt usutavat mõju  $F_{1,306}=7,50$ ;  $p < 0,01$ . Katses oli avatud tunneli keskmine kogusaak (590 g/taim) 31% suurem võrguga tunneli kogusaagist (449 g/taim). Neri *et al.*, 2012 tõid välja, et järgnevatel aastatel on frigotaimede kogusaak 500...800 g/taim.

Põhjusi, miks meie katses jäi kogusaak madalamaks kui kirjanduses välja toodu, võib olla mitu. Esiteks on saagikus suuresti sõltuv sordist, teiseks oli antud katses tegemist mahekasvatusega, kus on keelatud kasutada erinevaid sünteetilisi väetisi ning pestitsiide. Kolmandaks mõjutasid saagikust temperatuurid. Temperatuuri tõus üle 20 °C vähendab kogusaagikust (Palencia *et al.*, 2013). Katse andmetest selgub, et juunikuus oli keskmised õhutemperatuurid kõrgemad suletud otstega kiletunnelis (17,9-23,5 °C) kui avatud otstega kiletunnelis (17,0-22,6 °C) (tabel 2). Leheanalüüside tulemuste põhjal oli näha, et istanduses oli tugev toiteelementide defitsiit (joonis 8). Toiteelementide puudus või üleküllus tekitab aedmaasika arengus häireid ja suurendab taimes kahjuritele ja haigustele vastuvõtlikkust (Libek & Eskla, 2012). Mahekatses olnud sortide turustatav saak varieerus avatud tunnelis vahemikus 407...474 g/taim ja võrgutunnelis vahemikus 256...483 g/taim (joonis 19).



**Joonis 19.** 2020. aastal mahekatses olnud sortide 'Allegro', 'Sonsation' ja 'Polka' turustatav saak (g/taim) ning tunneli keskmine mõju (putukavõrguga kaetud tunnel ja avatud otstega kiletunnel) turustatavale saagile. Tulpadel tähistavad erinevad tähed statistiliselt usutavat erinevust ((Tukey,  $p < 0,05$ ; KW-H  $< 0,11$ )).

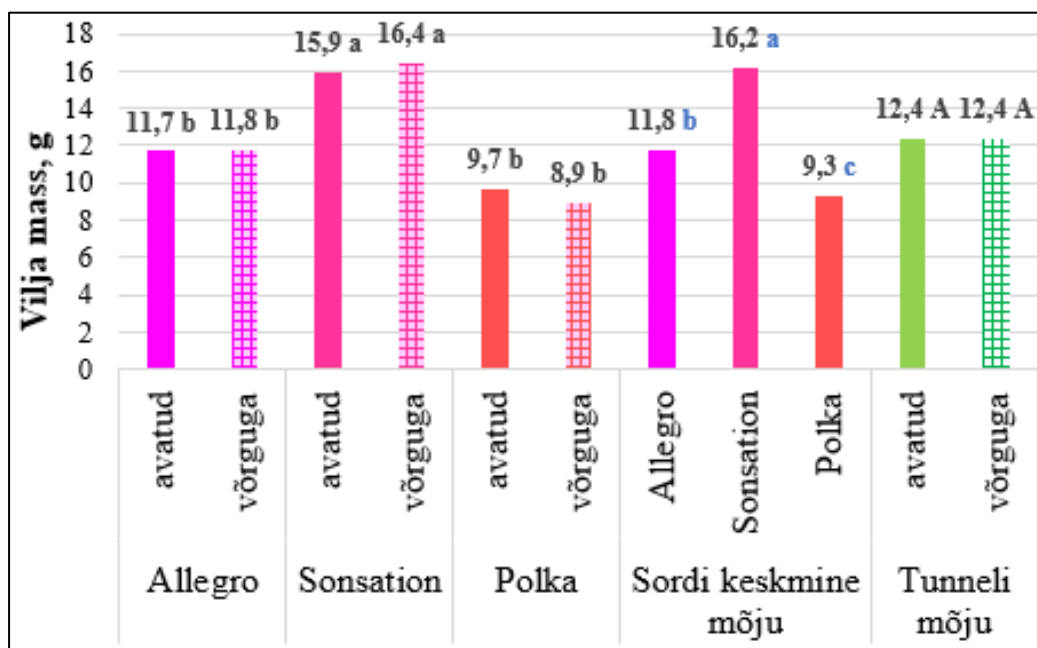
Variante eraldi vaadeldes ei avaldanud tunnelitüüp statistiliselt olulist mõju turustatavale saagile  $F_{2,306} = 2,58; p < 0,08$ . Tendentsina oli suurem turustatav saak putukavõrguga kaetud kiletunnelis sordil 'Sonsation' (483 g/taim) ja avatud tunnelis sortidel 'Allegro' ja 'Polka'.

Katse keskmisena andis 'Sonsation' oluliselt suuremat turustatavat saaki kui 'Polka', kuid 'Sonsation' ja 'Allegro' turustatava saagi poolest ei erinenud. Lõuna- Norras viidi 2007. a läbi uuring, kus hinnati maheviljeluses kasvatatud aedmaasikate sortide saagikust avamaal ja kõrgetes kiletunnelites. Tulemustest selgus, et turustatav saak oli kiletunnelis oluliselt suurem kui avamaal kasvavatel maasikatel (Nes *et al.*, 2017). Sordi keskmine mõju turustatavale saagile oli usutav  $KW-H_{2;306}=2,58; p<0,11$ . Sordi 'Sonsation' keskmine turustatav saak (456 g/taim) oli statistiliselt oluliselt suurem kui sordil 'Polka' (331 g/taim), kuid jäi sarnaseks 'Allegro' turustatava saagiga (398 g/taim). Mahekatse keskmisena ei avaldanud tunneli tüüp statistiliselt olulist mõju turustatavale saagile  $F_{1;306}=3,82; p<0,05$ , kuid tendentsina oli avatud tunnelis suurem turustatava saagi kogus kui võrguga kiletunnelis, (vastavalt 437 g/taim ja 353 g/taim).

Turustatava saagi kogus sõltub sordist, puhmiku vanusest ja kasvutingimustest, lisaks kahjurite ja haiguste esinemisest (Kahu, 2015). Kahu (2015) on toonud välja, et maheistandikes suurim saak on võimalik saada teisel ja kolmandal saagiaastal, millest saame järeldada, et kuna antud mahekatse tulemused olid analüüsitud teisel saagiaastal, mõjutas see ka turustatava saagi suurust. Eelnevate katsete põhjal on selgunud, et antud sortide 'Allegro', 'Polka' ja 'Sonsation' turustatav saagikus oli järgnev: mahekasvatuses 'Allegro' esimesel saagiaastal 142 g/taim (Hüdsi, 2020) ja 'Polka' turustatav saak teisel saagiaastal oli 583g/taim (Kahu *et al.*, 2010). Sort 'Sonsation' andis tavakasvatuses esimesel saagiaastal keskmiselt 385 g/taim (Koit, 2018). Antud andmete põhjal saame järeldada, et tootjale oli käesoleva katse turustatav saagikus hea.

### 3.2. Maasikavilja keskmine mass avatud otstega ja putukavõrguga kiletunnelis

Mahekatses olnud maasikate vilja keskmine mass varieerus avatud tunnelis vahemikus 9,7-15,9 g ja võrgutunnelis 8,9-16,4 g (joonis 20).



**Joonis 20.** 2020. aastal mahekatses olnud sortide 'Allegro', 'Sonsation' ja 'Polka' vilja keskmine mass (g) ning tunneli keskmine mõju (putukavõrguga kaetud tunnel ja avatud otstega kiletunnel) vilja keskmisele massile. Tulpadel tähistavad erinevad tähed statistiliselt usutavat erinevust (Tukey,  $p < 0,001$ ).

Analüüsides eraldi variante, ei avaldanud tunneli tüüp ja statistiliselt olulist mõju vilja keskmisele massile  $F_{2,257}=0,32, p < 0,73$ . Sordil oli vilja massile oluline mõju nii katse keskmisena kui variantide lõikes: kõige suuremate viljadega oli 'Sonsation', suuruselt järgmistega 'Allegro' ja kahest eelmisest oluliselt väiksemate viljadega sort 'Polka'. J. Parksepa välja töötatud skaala järgi grupeeritakse maasikavilja massi järgi: ülisuured  $> 40$  g, väga suured 20-40 g, suured 10-20 g, keskmised 5-10 g, väikesed 2,5-5 g, väga väikesed 1,25-2,5 g ja üliväikesed  $< 1,25$  g (Parksepp, 1975). Antud tulemuste põhjal saame järeldada, et katses olnud variantide 'Allegro' ja 'Sonsation' vilja mass oli suur, ja 'Polka' viljad olid keskmise suurusega. Kahu *et al.*, 2010 viisid läbi EMÜ Polli Aiandusuuringute Keskuses katse aastatel 2004-2006, mille eesmärgiks oli uurida tava- ja mahekasvatases kasvanud maasikasortide saagikust ning kvaliteeti. Katses oli neli sorti: 'Polka', 'Bounty', 'Korona' ja 'Senga Sengana', mille tulemustest selgus, et mahekasvatatud maasikaviljade keskmine mass varieerus vahemikus 11-

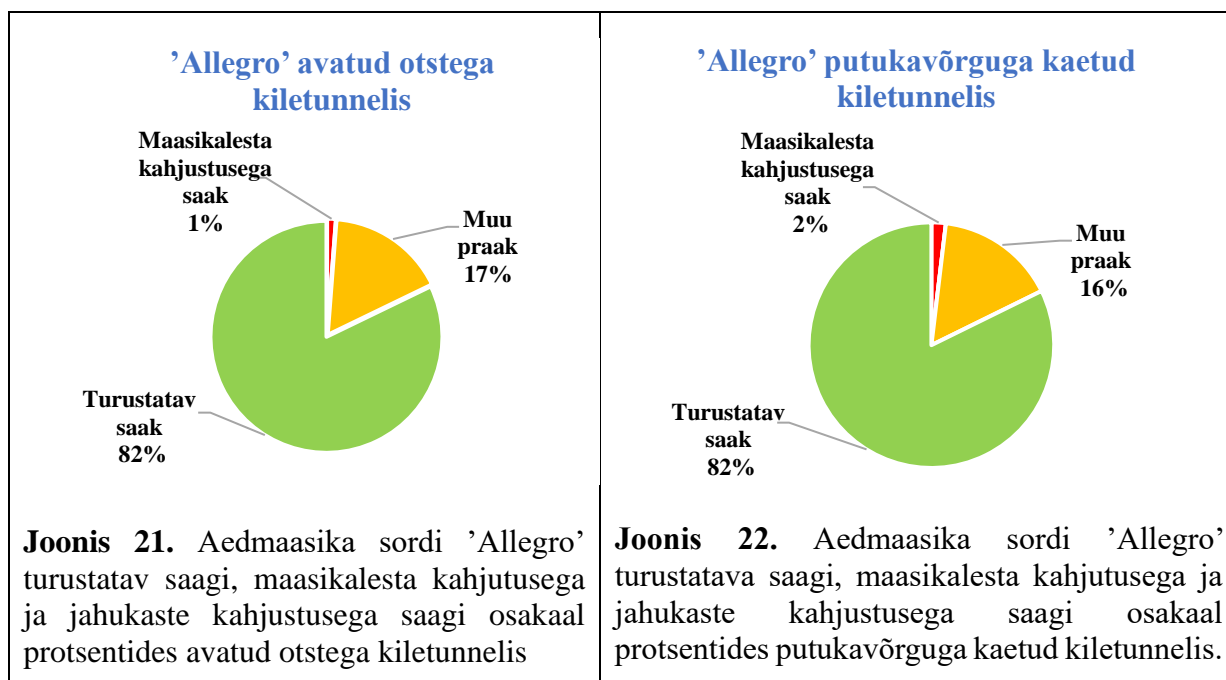
13 g, mis on 5,9% väiksem kui käesolevas katses. Mahekatses olnud sordid mõjutasid statistiliselt oluliselt vilja keskmist massi  $F_{2,257}=36,5; p<0,001$ . Suurem vilja mass oli sordil 'Sonsation' (16,2 g), sellele järgnes 'Allegro' (11,8 g) ja 'Polka' (9,3 g). Käesolevas katses ei avaldanud tunneli tüüp statistiliselt mõju vilja massile  $F_{1,257}=0,03; p<0,87$ .

Põhjuseks, miks antud mahekatses vilja mass varieerus, võib olla mitu põhjust. Kasvutingimused mõjutavad vilja suurust (Wang & Camp, 2000). Esiteks võib see olla iseloomulik antud sortidele, sest erinevatel sortidel on erinev vilja suurus ja kuju. Teiseks võis mõjutada õitsemise ajal õhutemperatuurid. Käesolevas katses oli maikuu keskmine õhutemperatuur 9,4°C, mis jäi madalamaks kui eelnevatel aastatel. Manakasem & Goodwin (2001) leidsid, et õite arv ja vilja suurus on suurem kui päevane õhutemperatuur oli vahemikus 15-21°C ja öised temperatuurid 10-16 °C. Varasemas uuringus on selgunud, et kastmine ei suurenda ainult liitviljade arvu, vaid ka mõjutab vilja keskmist massi (Yuan *et al.*, 2004). Käesolevas katses oli tunnelitesse paigaldatud tilkkastmissüsteem, mis tagas kõigi taimede ühtlase veega varustatuse. Kuna antud katses oli 'Polka' variandil väiksem vilja mass, siis see võis tuleneda sellest, et antud sort on tundlik temperatuuri suhtes. Kuna tunnelkasvuhoones oli soojem kui avamaal, siis läksid ka väikesed viljad kohe punaseks (Moor, 2020).



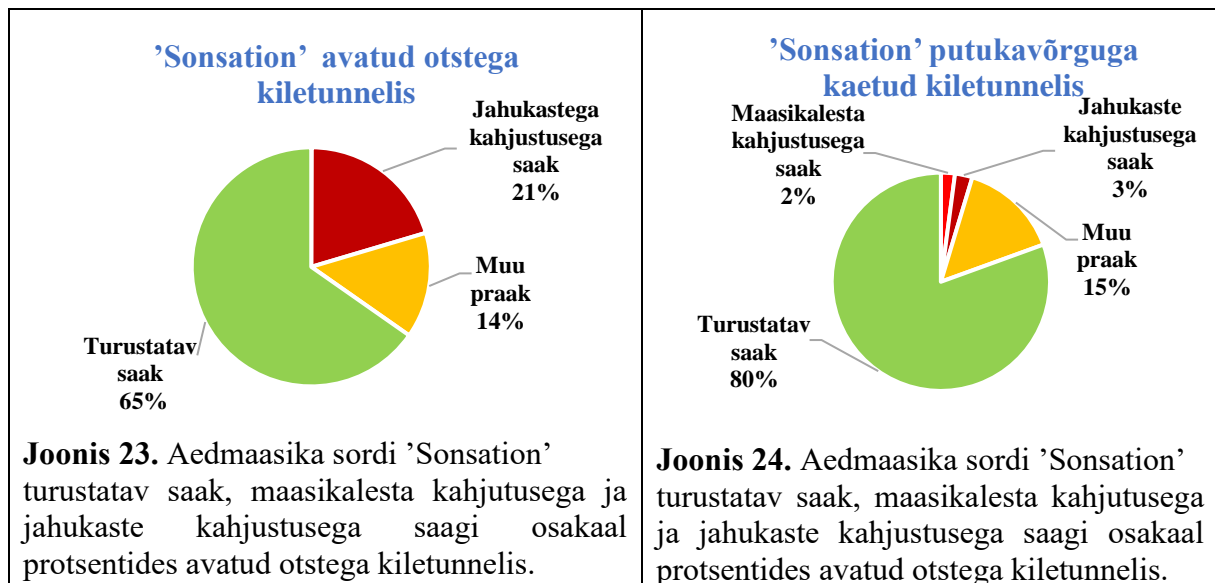
### 3.3. Turustatava saagi, maasikalesta kahjustusega ja jahukaste kahjustusega saagi osakaal

Aedmaasikas 'Allegro' andis nii avatud otstega kiletunnelis kui ka putukavõrguga kaetud kiletunnelis turustatavat saaki 82% (joonised 21 ja 22) kogusaagist.



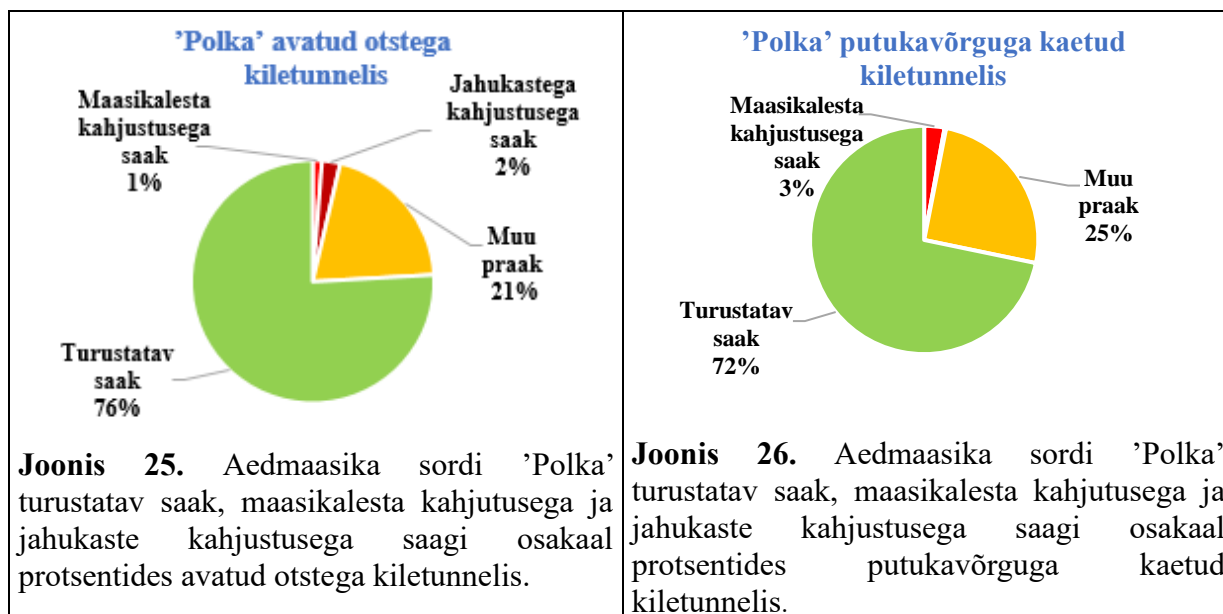
Seega antud sordi puhul ei avaldanud tunneli tüüp olulist mõju turustatavale saagi kogusele. Kuna 'Allegro' on jahukastekindel sort, siis ei esinenud viljadel ka jahukaste kahjustust. Maasikalesta kahjustusega saaki saadi avatud otstega kiletunnelis ja putukavõrguga kaetud kiletunnelis vastavalt 1% ja 2%. Maasikalest paljuneb soodsates keskkonnatingimustes (soe ja niiske) (Allen, 1959). Antud mahekatse perioodil oli juunikuus kõrgemad õhutemperatuurid ja õhuniiskus putukavõrguga kaetud kiletunnelis kui avatud otstega kiletunnelis (tabel 2). Muu praak, mis enamasti oli seemnenäki kahjustusega viljad ja alla 2cm läbimõõduga viljad, vähenes putukavõrguga kaetud kiletunnelis 1% võrra.

Sordilt 'Sonsation' saadi avatud otstega kiletunnelis ja putukavõrguga kaetud kiletunnelis turustatavat saaki vastavalt 65% ja 80% (joonised 23 ja 24) kogusaagist.



Erinevus tuli peamiselt jahukaste kahjustusest, mis oli avatud otstega kiletunnelis oluliselt suurem. Jahukaste kahjustusega saaki saadi avatud otstega kiletunnelis ja putukavõrguga kaetud kiletunnelis vastavalt 21% ja 2%. Maasika-jahukastesse haigestumine toimub taimedel õitsemise ja viljakandmise perioodil (Libek & Eskla, 2012) ning nakatumine toimub juba 6-36°C juures (Miller *et al.*, 2003). Kuna kevad oli külm, siis ei tõstetud ilma putukavõrguga kiletunneli külgedelt kilesid esialgu üles, samuti olid tunneli otsad kilega kaetud, sest pidevalt oli öökülmaoht ja maasikad õitsesid. Seega oli antud katses aedmaasika kasvu ajal avatud otstega kiletunnelis mais õhutemperatuur kõrgem kui võrgutunnelis (keskmiselt 10,9-18,2°C ja 9,6-17,2°C), samuti oli avatud tunnelis õhuniiskus kõrgem kui võrgutunnelis (vastavalt 62,9-71,9% ja 62,2-71,2%) (tabel 2). Lisaks mõjutab haigestumist tuule kiirus ning kuna avatud otstega kiletunnelis olid hiljem otsad lahtised, kandusid jahukaste eosed tunneli tuulepoolsest otsast tunneli sisemusse. Käesolevas katses ei esinenud sordil 'Sonsation' avatud otstega kiletunnelis maasikalesta kahjustusega saaki, kuid putukavõrguga kaetud kiletunnelis oli maasikalesta kahjustus 2%. Muu praak, mis enamasti oli seemnenäki kahjustusega viljad ja alla 2cm läbimõõduga viljad, suurenes putukavõrguga kaetud kiletunnelis 1% võrra.

Aedmaasika sordilt 'Polka' saadi avatud otstega kiletunnelis ja putukavõrguga kaetud kiletunnelis turustatavat saaki vastavalt 76 ja 72% (joonised 25 ja 26).

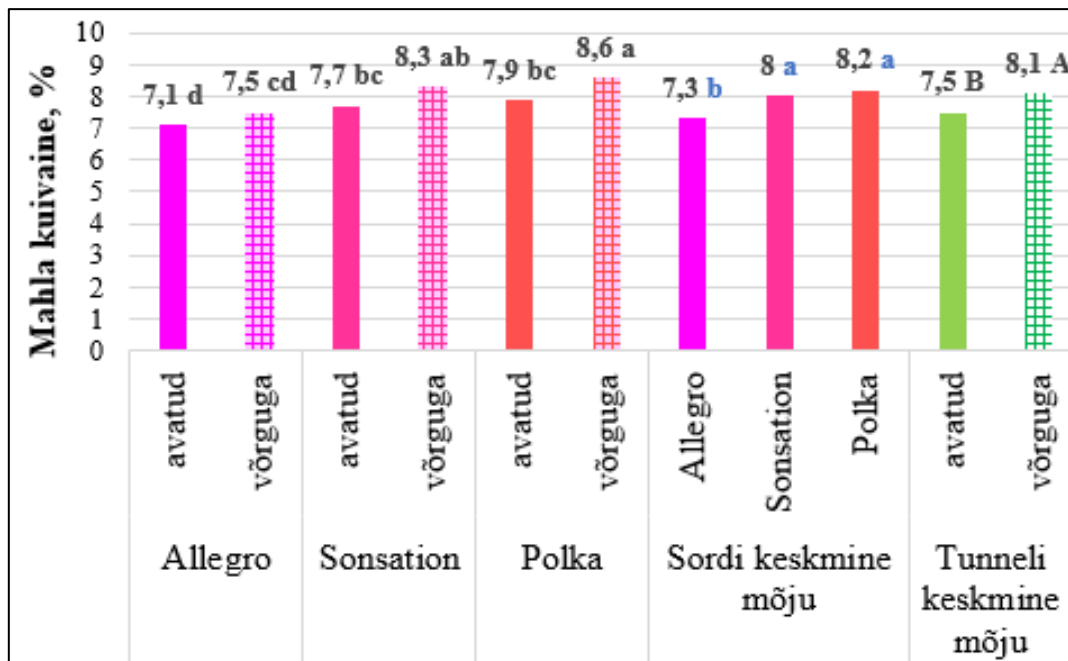


Turustatava saagi osakaalu võrgutunnelis vähendas antud sordi puhul muu praagi kogus, mis oli avatud otstega kiletunnelis 21% ja putukavõrguga kiletunnelis 25%. Erinevus teistest sortidest võib tuleneda sellest, et 'Polka' vili oli võrreldes teiste sortidega pehmem ning maasika-seemnenäkil oli kergem seemneid kätte saada (Moor, 2020). Maasikalesta kahjustusega saaki saadi avatud otstega kiletunnelis ja putukavõrguga kaetud kiletunnelis vastavalt 1 ja 3%. Avatud otstega kiletunnelis oli jahukaste kahjustusega saagi osakaal 2% ning võrgutunnelis kahjustus puudus.

Võrreldes käesolevaid tulemusi sama katse eelmise aasta tulemustega (Hüdsi, 2020) võib märgata, et turustatava saagi osakaal mahekatses oli aastal 2019 väiksem, mis oli tingitud ripslase ja seemnenäki kahjustusest. Kõige suurem erinevus turustatava saagi osakaalus oli sordil 'Allegro'. Muu praagi osakaal kõikide sortide puhul oli käesolevas katses väiksem võrreldes eelneva aastaga. Mõlemal aastal oli kõige suurem jahukaste kahjustusega sort 'Sonsation'.

### 3.4. Mahla kuivaine sisaldus

Mahla kuivaine sisaldus varieerus katsemaasikates vahemikus 7,1-8,6% (joonis 27).

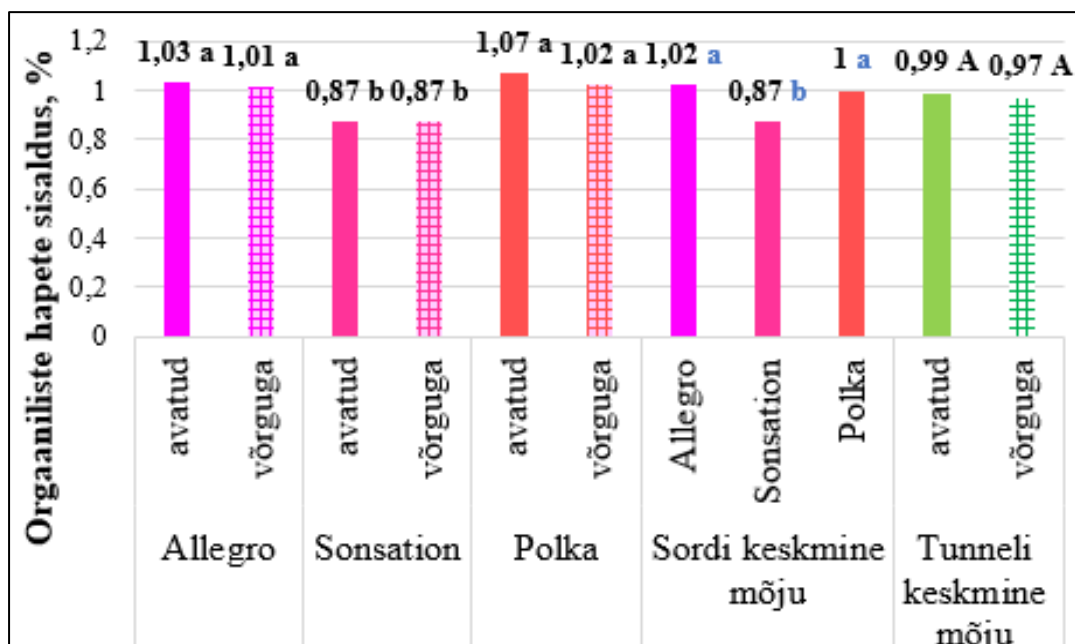


**Joonis 27.** Viljade mahla kuivaine sisaldus sõltuvalt sordist ja kiletunneli tüübist (avatud otstega ja putukavõrguga kaetud kiletunnel) 2020. aastal Aran PM OÜ-s läbi viidud maheviljeluskatses. PD 95% variandile = 0,4; sordi keskmisele mõjule = 0,3 ja tunneli keskmisele mõjule = 0,3.

Tunnelitüüp avaldas viljade mahla kuivaine sisaldusele mõju ainult 'Polka' puhul. Võrgutunnelis oli 'Polka' mahla kuivaine sisaldus oluliselt kõrgem kui avatud tunnelis, vastavalt 8,6 ja 7,9%. Teiste sortide puhul tunnelitüüp mahla kuivaine sisaldusele mõju ei avaldanud. Tendentsina on näha, et võrgutunnelis oli kõikide sortide puhul mahla kuivaine sisaldus kõrgem kui avatud otstega tunnelis. Katse keskmisena oli sortide 'Sonsation' ja 'Polka' mahla kuivaine sisaldus oluliselt kõrgem kui sordil 'Allegro'. Katse keskmisena avaldas tunneli tüüp olulist mõju mahla kuivaine sisaldusele  $F_{1,18}=28,8, p<0,001$ . Võrgutunnelis oli viljade mahla kuivaine sisaldus kõrgem kui avatud tunnelis, vastavalt 8,1 ja 7,5%. See võis tuleneda sellest, et võrgutunnelis olid kõrgemad õhutemperatuurid juuni- ja juulikuus, mil valmivad viljad. Antud katses mõjutas õhutemperatuur ainult sorti 'Polka', mille tulemusel olid viljad rohkem magusamad. Kirjanduse andmetel jääb maasikate mahla kuivaine sisaldus vahemikku 6-9 % (Spayd & Morris 1981; Kader 1991). Käesolevas mahekatsetes jäi mahla kuivaine sisaldus antud vahemikku.

### 3.4. Maasikaviljade orgaaniliste hapete sisaldus

Viljade orgaaniliste hapete sisaldus varieerus katsemaasikates vahemikus 0,87-1,07% (joonis 28).

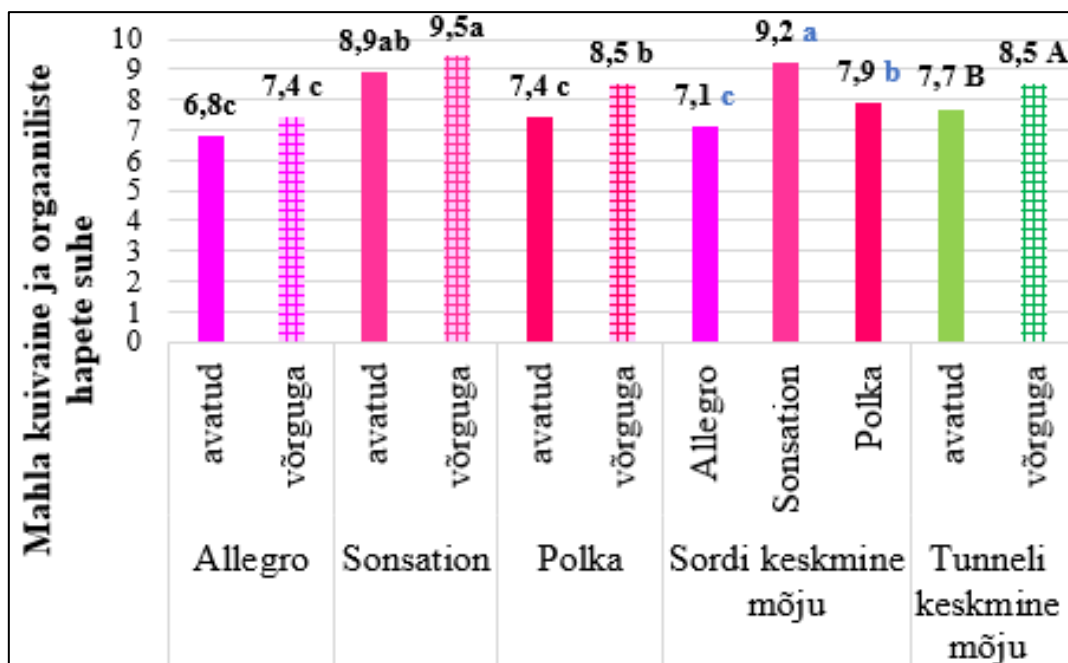


**Joonis 28.** Viljade orgaaniliste hapete sisaldus sõltuvalt sordist ja kiletunneli tüübist (avatud otstega ja putukavõrguga kaetud kiletunnel) 2020. aastal Aran PM OÜ-s läbi viidud maheviljeluskatses. PD 95% variandile = 0,06; sordi keskmisele mõjule = 0,04 ja tunneli keskmisele mõjule = 0,04

Eraldi katsevariante vaadeldes ei mõjutanud tunneli tüüp statistiliselt oluliselt orgaaniliste hapete sisaldust ühegi sordi puhul. Kõige madalama orgaanilise happe sisaldusega oli katsevariant 'Sonsation': nii avatud kui putukavõrguga kaetud tunnelis oli orgaanilise happe sisaldus antud sordi puhul 0,87%. Katse keskmisena oli samuti sordi 'Sonsation' viljade orgaaniliste hapete sisaldus teiste sortidega võrreldes oluliselt madalam. Kuna antud sordil 'Sonsation' jääb orgaaniliste hapete sisaldus kirjanduses välja toodud piiridesse ning antud katse puhul võime järeldada, et madal hapete sisaldus on iseloomulik antud sordile. Katses olnud tunneli tüübid ei avaldanud statistiliselt olulist mõju viljade orgaaniliste hapete sisaldusele  $F_{1,18}=1,72, p<0,21$ . Libek & Eskla (2012) on toonud välja, et maasikates on orgaanilisi happeid 0,6-1,9%. Mehhikos läbi viidud katses, kus maasikaid kasvatati kilekasvuhoones ja maheviljeluse põhimõttel, varieerus orgaaniliste hapete sisaldus 0,7-1,2% vahel (Ornelas-Paz *et al.*, 2013). Käesolevas mahekatses jäi viljade orgaaniliste hapete sisaldus madalamaks kui kirjanduses välja toodud andmete põhjal. Orgaanilised happed on olulised vilja kvaliteedi säilitamisel ning mõjutavad vilja töötlemisel pektiini geelistumise omadusi (Mikulic-Petkovsek *et al.*, 2012; Cordenunsi *et al.*, 2002).

### 3.5. Maasikaviljade mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe

Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe varieerus katsemaasikates vahemikus 6,8-9,5 (joonis 29).



**Joonis 29.** Viljade mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe sõltuvalt sordist ja kiletunneli tüübist (avatud otstega ja putukavõrguga kaetud kiletunnel) 2020. aastal Aran PM OÜ-s läbi viidud maheviljeluskatses. PD 95% variandile = 0,6; sordi keskmisele mõjule = 0,4 ja tunneli keskmisele mõjule = 0,3

Tunneli tüüp mõjutas oluliselt 'Polka' viljade mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhet: võrgutunnelis oli see oluliselt kõrgem, mis näitab seda, et maasikaviljad olid oluliselt magusamad. Teiste sortide puhul tunneli tüüp mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhtele mõju ei avaldanud. Katse keskmisena mõjutas sort statistiliselt oluliselt mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhet. Kõige kõrgem oli mahla kuivaine ja orgaanilise hape suhe sordil 'Sonsation' (9,2) ja kõige madalam oli sordil 'Allegro' (7,1). Katse keskmisena avaldas tunneli tüüp olulist mõju viljade mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhtele  $F_{1,18}=27,05, p<0,001$ . Võrgutunnelis oli viljade mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe oluliselt kõrgem kui avatud otstega tunnelis (vastavalt 8,5 ja 7,7). Ikegaya *et al.*, 2019 uurisid kasvuhoones kasvanud maasikate mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete mõju maitsele. Tulemustest selgus, et mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe varieerus vahemikus (6,5-10,9), mis ei erine oluliselt käesoleva uurimistööga. Eesti Maaülikoolis läbi viidud katses leiti, et sordil 'Polka' oli mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe vahemikus 9,6-11,8 (Moor *et al*, 2012), mis on oluliselt kõrgem kui käesolevas katses olnud 'Polka' viljades (avatud otstega tunnelis 7,4 ja

putukavõrguga tunnelis 8,5). Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe on sobiv vahemikus 8,5-14 (Oregon Strawberry Commission, 2006, viidatud Keutgen & Pawelzik, 2007). Mahla kuivaine (mis peamiselt on suhkrud) ja orgaaniliste hapete suhete erinevus mõjutab maasikavilja maitset (Ikegaya *et al.*, 2019).

## KOKKUVÕTE

Antud magistritöö eesmärgiks oli: 1) selgitada välja aedmaasika sortide 'Allegro', 'Sonsation' ja 'Polka' saagikus ja viljade kahjustused avatud ja putukavõrguga kaitstud tunnelkasvuhoones; 2) selgitada välja tunnelitüübi mõju viljade maitsega seotud parameetritele.

Magistritöös püstitati järgmised hüpoteesid:

1. putukavõrguga kaitstud tunnelkasvuhoone mõjutab maasikate saagikust ja putukate kahjustusi;
2. kuna putukavõrk takistab õhu liikumist kasvuhoones, võib see mõjutada viljade nakatumist seenhaigustesse;
3. tunnelitüübi mõju saagikusele ja viljade kahjustusele sõltub sordist.

Püstitatud hüpoteesid leidsid kinnitust.

Antud magistritöö olulisemad tulemused:

1. Tunnelil oli statistiliselt oluline mõju maasika kogusaagile, mahla kuivaine sisaldusele ning mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhtele.
2. Putukavõrguga kaetud kiletunnelis oli sordi 'Sonsation' viljadel vähem jahukaste kahjustust.
3. 'Sonsation' oli teistest sortidest oluliselt suuremate viljadega.
4. Sordi 'Sonsation' keskmine turustatav saak (456 g/taim) oli statistiliselt oluliselt suurem kui sordil 'Polka'(331 g/taim), kuid jäi sarnaseks 'Allegro' turustatava saagiga (398 g/taim). Sort mõjutas turustatava saagi suurust.
5. Katse keskmisena oli vilja mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe kõrgem võrgutunnelis.
6. Võrreldes sordiga 'Polka' oli sort 'Allegro' kahjuritele ja jahukastele vastupidavam.

Magistritöö tulemuste põhjal võib soovitada maheviljeluses kasvatamiseks sorte 'Sonsation' ja 'Allegro'. 'Sonsation' oli saagikam kui 'Polka' ning suurema vilja massiga. Samuti oli kõige kõrgem mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe sordil 'Sonsation', mis näitab, et maasika vili oli oluliselt magusam kui teiste sortide viljad. 'Allegro' aga oli kõige vastupidavam jahukastele, mis on oluline maheviljeluses kasvatamisel.



## KASUTATUD KIRJANDUS

1. Aasen, S., Hågvar, E. B., Trandem, N. (2004). Oviposition pattern of the strawberry blossom weevil *Anthonomus rubi* Herbst (Coleoptera: Curculionidae) in Eastern Norway. Norwegian Journal of Entomology. 51:175-182
2. Abrol, D.P., Gorka, A.K, Ansari, M.J., Al-Ghamdi, A., Al-Kahtani, S. (2019). Impact of insect pollinators on yield and fruit quality of strawberry. Saudi Journal of Biological Sciences. 26(3):524-530
3. Aday, M. S., Mehmet R. T., Büyükcan, B., Caner, C. (2013). An innovative technique for extending shelf life of strawberry: Ultrasound. LWT - Food Science and Technology. 52(2):93-101
4. Alföldi, T. (2015). Better traps for pest insects in organic berry production. [veebileht] <https://icrofs.dk/en/aktuelt/nyheder/viewnews/artikel/better-traps-for-pest-insects-in-organic-berry-production/> [2021, aprill 14]
5. Allen, W.W. (1959). Strawberry pests in California. California Agricultura. 1-40
6. Almaliotis, D., Velemis, D., Bladenopoulou, S., Karapetsas, N. (2002). Leaf nutrient levels of strawberries (cv. Tudla) in relation to crop yield. Acta Horticulturae. 567:447–450.
7. Ariza, M.T., Soria, C., Medina-Mínguez, J.J., Martí'nez-Ferri, E. (2012). Incidence of Misshapen Fruits in Strawberry Plants Grown under Tunnels Is Affected by Cultivar, Planting Date, Pollination, and Low Temperatures. Horticultural Science. 47:1569-1573.
8. Arus, L., Luik, A., Libek, A., Olep, K. (2008). The damage of the strawberry blossom weevil (*Anthonomus rubi*) depending on raspberry cultivars and mulching in Estonia. Polli Horticultural Research Centre of the Institute of Agricultural and Environmental Sciences of the Estonian University of Life Sciences. 244-249.
9. Azam, M., Ejaz, S., Rehman, R. N., Khan, M., Qadri, R. (2019). Postharvest Quality Management of Strawberries. Strawberry. Pre- and Post-Harvest Management Techniques for Higher Fruit Quality. [veebileht] <https://www.intechopen.com/books/strawberry-pre-and-post-harvest-management-techniques-for-higher-fruit-quality/postharvest-quality-management-of-strawberries> [2021, aprill 14]
10. Ayala-Zavala, J.F., Wang, S.Y., Wang, C.Y., González-Aguilar, G. A. (2004). Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. LWT - Food Science and Technology. 37(7):687-695.
11. Denmark, H. A. (2000). Cyclamen Mite, *Phytonemus pallidus* (Banks) (Arachnida: Acari: Tarsonemidae). UF/IFAS Extension Service, University of Florida. [veebileht] <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN33500.pdf> [2021, aprill 14]

12. Demirsoy, L., Demirsoy, H., Ersoy, B., Balci, G., Kizilkaya, R. (2010). Seasonal variation of N, P, K and Ca content of leaf, crown and root of 'Sweet Charlie' strawberry under different irradiation. *Zemdirbyste-Agriculture*. 97(1): 23–32.
13. Demchak. K. (2009). Small Fruit Production in High Tunnels. American Society for Horticultural Science. 19(1):44-49.
14. Dixon, E., Strik, B., Fernandez-Salvador, J., DeVetter, L.W. (2019). Strawberry Nutrient Management Guide for Oregon and Washington. Oregon State University extension service. 7
15. Durner, E.F., Barclay Poling, E., Maas, J.L. (2002). Recent Advances in Strawberry Plug Transplant Technology. American Society for Horticultural Science, 12:545-550.
16. Ecogrape, (2018). NeemAzal-T/S – Botanical Insecticide. EcoGrape: sustain-ability [veebileht] <https://ecogrape.com/wp-content/uploads/2018/06/Neem-Brochure.pdf> [2021, aprill 14]
17. Baroffio, C.A., Guibert, V., Richoz, P., Rogivue, A., Borg-Karlsson, A.K., Cross, J., Fountain, M., Hall, D., Ralle, B., Sigsgaard, L., Trandem, N., Wibe, A. (2016). Management of insect pests using semiochemical traps. *Acta Horticulturae* 1137:121-128.
18. Berglund, R., Svensson, B., Gertsson, U. (2007). Impact of Plastic Mulch and Poultry Manure on Plant Establishment in Organic Strawberry Production. *Journal of Plant Nutrition*, 29(1):103-112.
19. Bish, E.B, Cantliffe, D.J, Chandler, C.K. (2002). Temperature Conditioning and Container Size Affect Early Season Fruit Yield of Strawberry Plug Plants in a Winter, Annual Hill Production System. American Society for Horticultural Science. 37(5): 762-764.
20. Bontšutšnaja, A. (2016). Tunnelkasvuhoone mõju kimalaste korjekäitumisele ja aedmaasika (*Fragaria x ananassa* Duch.) saagi kujunemisele. Magistritöö. Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu. lk 33-36
21. van, den Boom, C. E. M., van Beek, T.A., Dicke, M. (2003). Differences among plant species in acceptance by the spider mite *Tetranychus urticae* Koch. *Journal of Applied Entomology*. 127:177-183.
22. Canassa, F., Esteca, F.C.N., Moral, R.A., Meyling, N.V., Klingen, I., Delalibera, I. (2019). Root inoculation of strawberry with the entomopathogenic fungi *metarhizium robertsii* and *Beauveria bassiana* reduces incidence of the twospotted spider mite and selected insect pests and plant diseases in the field. *Journal of Pest Science*. 93:261-274.
23. Cordenunsi, B.R., Nascimento, J.R.O., Lajolo, F.M. (2003). Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. *Food Chemistry*. 83(2):167-173.
24. Cordenunsi, B.R., Oliveira do Nascimento, J.R., Genovese, M.I., Lajolo, F.M. (2002). Influence of cultivar on quality parameters and chemical composition of strawberry fruits grown in Brazil. *Journal of Agricultura land Food Chemistry*. 50(9):2581–2586.

25. Correia, P. J., Pestana, M., Martinez, F., Ribeiro, E., Gama, F., Saavedra, T., Palencia, P. (2011). Relationships between strawberry fruit quality attributes and crop load. *Scientia Horticulturae*. 130(2):398-403.
26. Crespo, P., Bordonaba, J.G., Terry, L.A., Carlen, C. (2010). Characterisation of major taste and health-related compounds of four strawberry genotypes grown at different Swiss production sites. *Food Chemistry*. 122(1):16-24.
27. Crecente-Campo, J., Nunes-Damaceno, M., Romero-Rodríguez, M.A., Vázquez-Odériz, M.L. (2012). Color, anthocyanin pigment, ascorbic acid and total phenolic compound determination in organic versus conventional strawberries (*Fragaria × ananassa* Duch, cv Selva). *Journal of Food Composition and Analysis*. 28(1):23-30.
28. Fadini, M.A.M., Pallini, A., Venzon, M. (2004). Controle de ácaros em sistema de produção integrada de morango. Control of mites in strawberry integrated production system. [veebileht] <https://www.scielo.br/pdf/cr/v34n4/a53v34n4.pdf> [2021, aprill 20]
29. FAOSTAT (2021). Crops. [veebileht] <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize> [2021, aprill 20]
30. Fasulo T.R., Denmark H.A. (2000). Twospotted Spider Mite, *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Acari: *Tetranychidae*). University of Florida IFAS Extension [veebileht] <109059-Article-Text-152032-1-10-20190404.pdf> [2021, aprill 20]
31. Feliziani, E., Romanazzi, G. (2016). Postharvest decay of strawberry fruit: Etiology, epidemiology, and disease management. *Journal of Berry Research*. Department of Agricultural, Food and Environmental Sciences. 47-63.
32. Ferreyra, R.M., Viña, S.Z., Mugridge, A., Chaves, A.R. (2007). Growth and ripening season effects on antioxidant capacity of strawberry cultivar Selva. *Scientia Horticulturae*. 112(1):27-32.
33. flevoberry.nl (2018). Sonation. [veebileht] <https://www.flevoberry.nl/sonation/> [2021, aprill 20]
34. Forges, M., Vassquez, H., Charles, F., Sari, D.C., Urban, L., Lizzi, Y., Bardin, M., Aarrouf, J. (2018). Impact of UV-C radiation on the sensitivity of three strawberry plant cultivars (*Fragaria x ananassa*) against *Botrytis cinerea*. *Scientia Horticulturae*. 240: 603-613.
35. frankvanalphen.nl (2021). Allegro, an early delight. [veebileht] <http://frankvanalphen.nl/allegro/?lang=en> [2021, aprill 20]
36. Freeman, S & Gnayem. N. (2005) Use of Plasticulture for Strawberry Plant Production, *Small Fruits Review*. 4(1):21-32.
37. fres-forward.nl (2021). Allegro. [veebileht] <https://www.fresh-forward.nl/en/breed/allegro> [2021, aprill 20]
38. Gambardellal, M., Massetani, F., Neri, D. (2016). Plant Propagation Techniques and Types of Plants.- Strawberry: growth, development and diseases. Koost. Husaini, A.M; Near, D. CABI is a trading name of CAB International. 139-155.

39. Gaskell, M., Bolda, M.P., Muramoto, J., Daugovich, O. (2009). Strawberry nitrogen fertilization from organic nutrient sources. *Acta Horticulturae* 842:385-388.
40. Goicoechea, N. (2009). To what extent are soil amendments useful to control *Verticillium* wilt? *Pest Management Science*. 65:831–839.
41. Gunness, P., Kravchuk, O., Nottingham, S.M., D'Arcy, B.R., Gidley, M.J. (2009). Sensory analysis of individual strawberry fruit and comparison with instrumental analysis. *Postharvest Biology and Technology*. 52(2):164-172.
42. Hakala, M., Lapveteläinen, A., Huopalahti, R., Kallio, H., Tahvonen, R. (2003). Effects of varieties and cultivation conditions on the composition of strawberries. *Journal of Food Composition and Analysis*. 16:67-80.
43. Hata, F.T., Ventura, M.U., Carvalho, M.G., Miguel, A.L.A., Souza, M.S.J., Paula, M.T., Zawadneak, M.A.C. (2016). Intercropping garlic plants reduces *Tetranychus urticae* in strawberry crop. *Experimental and Applied Acarology*. 69:311-321.
44. Hokkanen, H., Menzler-Hokkanen, I., Landenperä, M-L. (2015). Managing Bees for Delivering Biological Control Agents and Improved Pollination in Berry and Fruit Cultivation. *Sustainable Agriculture Research*. 4(3):89-102.
45. Hrenova, K. (2014). Leegitamise mõju aedmaasika (*Fragaria x ananassa*) saagile. Magistritöö, Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu. lk 38-42.
46. Hüdsi, K. (2020). Maheviljeluses kasvatatud aedmaasikate (*Fragaria x ananassa* Duch.) 'Allegro', 'Sensation' ja 'Polka' saagikus ja viljade kahjustused avatud ja putukavõrguga kaitstud tunnelkasvuhoones. Bakalaureusetöö. Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu. lk 38-40.
47. Ikegaya, A., Toyozumi, T., Ohba, S., Nakajima, T., Kawata, T., Ito, S., Arai, E. (2019). Effects of distribution of sugars and organic acids on the taste of strawberries-Food Science & Nutrition. 7(7):2419-2426.
48. Jabran, K. (2019). Use of Mulches in Agriculture: Introduction and Concepts. Role of Mulching in Pest Management and Agricultural Sustainability. *SpringerBriefs in Plant Science*. 1-14.
49. Janisiewicz, W.J., Takeda, F., Nichols, B., Glenn, D. M., Jurick, W.M., Camp, M.J. (2016). Use of low-dose UV-C irradiation to control powdery mildew caused by *Podosphaera aphanis* on strawberry plants. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 38:430-439.
50. Jay, C., Cross, J., Burgess, C. (2008). Severe damage by *Anthonomus rubi* populations in the UK. Workshop on Integrated Soft Fruit Production; IOBC-WPRS Working Group Integrated Plant Protection in Fruit Crops. 131-136.
51. Johanson, F. (1965). Strawberry nutrient deficiency symptoms. College of Agriculture. Washington State University [veebileht] [https://research.libraries.wsu.edu/xmlui/bitstream/handle/2376/9254/eb0561\\_1965.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://research.libraries.wsu.edu/xmlui/bitstream/handle/2376/9254/eb0561_1965.pdf?sequence=1&isAllowed=y) [2021, aprill 05]

52. Easterbrook, M., Fitzgerald, J., Solomon, M. (2001). Biological control of strawberry tarsonemid mite *Phytonemus pallidus* and two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on strawberry in the UK using species of *Neoseiulus* (*Amblyseius*) (*Acari: Phytoseiidae*). *Experimental and Applied Acarology*. 25:25–36.
53. ElMasry, G., Wang, N., ElSayed, A., Ngadi, M. (2007). Hyperspectral imaging for nondestructive determination of some quality attributes for strawberry. *Journal of Food Engineering*. 81(1):98-107.
54. *Estonica Entsüklopeedia Eestist.* (2012). Asend. [veebileht] [http://www.estonica.org/et/Loodus/Asend\\_ja\\_looduslikud\\_tingimused/Asend/](http://www.estonica.org/et/Loodus/Asend_ja_looduslikud_tingimused/Asend/) [2021, aprill 07]
55. Euroopa Liidu Teataja, (2018). Euroopa parlamendi ja nõukogu määrus (EL) 2018/848 (vastu võetud: 30.05.2018, jõustus 01.01.2021) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=celex%3A32018R0848> [2021, aprill 05]
56. Euroopa Liidu Teataja, (2008). Mahepõllumajandusliku tootmise ning mahepõllumajanduslike toodete märgistamise kohta üksikasjalikud rakenduseeskirjad seoses mahepõllumajandusliku tootmise, märgistamise ja kontrolliga (vastu võetud 05.09.2008) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=celex:32008R0889> [2021, aprill 07]
57. Hurtado-Barroso, S., Tresserra-Rimbau, A., Vallverdu-Queralt, A., Lamuela-Raventos, R.M. (2017). Organic food and the impact on human health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 59(4):704-714.
58. Kadir, S., Carey, E., Ennahli, S. (2006). Influence of High Tunnel and Field Conditions on Strawberry Growth and Development. Department of Horticulture, Forestry, and Recreation. 329-335.
59. Kader, A.A. (1991). Quality and its maintenance in relation to the postharvest physiology of strawberry. *The Strawberry into the 21st century*, Timber Press, Portland, Oregon. 145–152.
60. Kahu, K. (2015). Maheviljeluse mõju maasika saagile ja vilja kvaliteedile. EMÜ PKI Polli aiandusuuringute keskus. Aiandusfoorum [veebileht] [file:///C:/Users/Kasutaja/Downloads/Aiandusfoorum\\_2015%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Kasutaja/Downloads/Aiandusfoorum_2015%20(1).pdf) [2021, märts 23]
61. Kahu, K., Klaas, L., Kikas, A. (2010). Effect of cultivars and different growing technologies on strawberry yield and fruit quality. *Agronomy Research*. 8(3):589-594.
62. Kallio, H., Hakala, M., Pelkkikangas, A-M., Lapveteläinen, A. (2000). Sugars and acids of strawberry varieties. *European Food Research and Technology*. 212:81-85.
63. Kafkas, E., Kosar, M., Paydaş, S., Kafkas, S., Baser, K. HC. (2007). Quality characteristics of strawberry genotypes at different maturation stages- *Food Chemistry*. 100(3):1229-1236.
64. Kikas, A., Luik, A. (2002). The influence of different mulches on strawberry yield and beneficial entomofauna. *Acta Horticulturae*. 567:701-704.
65. Kikas, A., Libek, A. (2002). Observations on strawberry blossom weevil (*Anthonomus rubi*) damage to 4 cultivars in Estonia. *Acta Horticulturae*. 567:699-700.

66. Kivistik, J., Kask, K., Jänes, H., Libek, A-V., Piir, R., Univer, T. (2010). Puuviljad ja marjad Eestis 2010. Pomoloogia. Tallinn. TEA Kirjastus
67. Kelt, K., Lamp, L., Piir, R. (1997). Puuviljade. Marjade. Tervis. Tallinn: Valgus
68. Keutgen, A., Pawelzik, E. (2007). Modifications of taste-relevant compounds in strawberry fruit under NaCl salinity. Food Chemistry. 105(4):1487-1494.
69. Klaas, L. (2011). Maasikasaak sõltub paljuskultuurist. Maamajandus. 7:12-13.
70. Klatt, B.K., Holzschuh, A., Westphal, C., Clough, Y., Smit, I., Pawelzik, E., Tschardt, T. (2014). Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. 281:1-8.
71. Koit, D. (2018). Aedmaasika (*Fragaria x ananassa* Duch.) uute sortide saagikus ja saagi kvaliteet Eestis sõltuvalt taimede istutuseelsest mõjutamisest preparaadiga Prestop. Bakalaureusetöö Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu. lk 30.
72. Kovanci, O. B., Kovanci, B., Gencer, N. (2005). Sampling and development of economic injury levels for *Anthonomus rubi* Herbst adults. Crop Protection. 24:1035-1041.
73. kraege.de (2021). Sonsation. [veebileht]  
[https://kraege.de/wp-content/uploads/2020/11/MK\\_DT\\_Katalog\\_Kraege.pdf](https://kraege.de/wp-content/uploads/2020/11/MK_DT_Katalog_Kraege.pdf) [2020, juuli 13]
74. Krauß, A., Steen, C., Zebits, C. P. W. (2014). Phenology of the strawberry blossom weevil and damage in strawberries.– 16th International Conference on Organic Fruit Growing. 232-236.
75. Kuusik, A., Hiisaar, K., Metspalu, L. (2000). A study of synergistic effect of two combined plant extracts (*Artemisia absinthum* and *Pinus sylvestris*) on twospotted spider mite (*Tetranychus urticae*). Transactions of the Estonian Agricultural University. 209:90-93.
76. Lamont, W.J. (2009). Overview of the Use of High Tunnels Worldwide. American Society for Horticultural Science. 19:25-29.
77. Lamont, W.J. (2005). Plastics: Modifying the microclimate for the production of vegetable crops. Horticultural Technology. 15:477–481.
78. Laugale, V., Bite, A. (2009). Evaluation of strawberry cultivars for organic production in Latvia. Acta Horticulturae. 842:373-376.
79. Labanowska, B.H., Meszka, B., Bielenin, A., Olszak, R. (2004). A field evaluation of disease and insect resistance of several strawberry cultivars in Poland. Acta Horticulturae. 649:255-258.
80. Ledesma, N.A., Nakata, M., Sugiyama, N. (2008). Effect of high temperature stress on the reproductive growth of strawberry cvs. 'Nyoho' and 'Toyonoka'. Scientia Horticulturae. 116(2):186-193.
81. Libek, A-V., Eskla, V. (2012). Maalehe maasikaraamat. Greif.
82. Lille, T., Karp, K., Värnik, R. (2003). Profitability of different technologies of strawberry cultivation. Agronomy Research. 1:75-83.
83. Lieten, P. (2002). The use of cold stored plant material in central Europe. Acta Horticulturae. 567:553-559.



84. Maaeluministeerium (2021). Mahepõllumajandus. [veebileht]  
<https://www.agri.ee/et/eesmargid-tegevused/mahepollumajandus> [2021, mai 14]
85. Manakasem, Y., Goodwin, P.B. (2001). Responses of dayneutral and Junebearing strawberries to temperature and daylength. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 76(5):629-635.
86. Metspalu, L. (2020). Viljapuude ja marjapõõsaste kahjurid. Maheaedniku käsiraamat. Trükkitud Printon
87. Miller, T.W., Libbey, C.R, Maupin B.G. (2013). Evaluation of Organic Amendments and Flaming for Weed Control in Matted-row Strawberry. American Society for Horticultural Science. 48(3):304-310
88. Miller, T.C., Gubler, W.D. Geng, S., Rizzo, D.M. (2003). Effects of temperature and water vapor pressure on conidial germination and lesion expansion of *Sphaerotheca macularis* f.sp. *fragariae*. Plant Disease. 87:484-492.
89. Mikk, M. (2009). Mahetootmisele ülemineku ja mahetoetuse mõju põllumajandusettevõtete tootmis- ja majandusnäitajatele. Põllumajandusministeerium. [veebileht]  
[https://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/UURINGUD/S\\_vauuring.pdf](https://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/UURINGUD/S_vauuring.pdf) [2021, märts 06]
90. Mikulic-Petkovsek, M., Schmitzer, V., Slatnar, A., Stampar, F., Veberic, R. (2012). Composition of sugars, organic acids, and total phenolics in 25 wild or cultivated berry species. Journal of Food Science. 77(109):1064-1070.
91. Meszka, B., Bielenin, A. (2009). Bioproducts in control of strawberry verticillium wilt. Phytopathologia. 52:21–27.
92. Männik, M-L. (2019). Ripslaste (*Thripidae*) kahjustuse ulatus maheviljeluses erinevatel aedmaasika (*Fragaria x ananassa* Duch.) sortidel sõltuvalt bioloogilise insektitsiidi Neemazal T/S kasutamisel. Magistritöö. Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu. lk 37.
93. Moor, U., Põldma, P., Tõnutare, T. (2013). Eestis kasvatatud aedmaasika (*Fragaria x ananassa*) 'Sonata' viljade kvaliteet ja säilivus. Agronoomia 2013. Jõgeva: AS Rebellis. 156.
94. Moor, U., Mölder, K., Põldma, P., Tõnutare, T. (2012). Postharvest Quality of 'Sonata', 'Honeoye' and 'Polka' Strawberries as Affected by Modified Atmosphere Packages. Acta Horticulturae. 945:55–61.
95. Moor, U. (2020). Suuline. Tartu
96. Muljar, R., Karise, R., Mänd, M. (2014). Entomovektortehnoloogia kasutamise efektiivsus aedmaasikal (*Fragaria x ananassa* Duch) hahkhallituse (*Botrytis cinereo* Pers.) bioloogilises tõrjes. Eesti Maaülikool, Põllumajanduse- ja keskkonnainstituut, Tartu, lk 64-67.
97. Nelson, M.D., Gubler, W.D., Shaw, D.V. (1996). Relative resistance of 47 strawberry cultivars to powdery mildew in California greenhouse and field environments. Plant Disease. 80:326-328.

98. Nelson, M.D., Gubler, W.D., Shaw, D.V. (1995). Inheritance of powdery mildew resistance in greenhouse-grown versus field-grown California strawberry progenies. *Phytopathology*. 85:421-424.
99. Nemecek, T., Dubois, D., Huguenin-Elie, O., Gaillard, G. (2011). Life cycle assessment of Swiss farming systems: I. Integrated and organic farming. *Agricultural Systems*. 104(3):217-232.
100. Neri, D., Baruzzi, G., Massetani, F., Faedi, W. (2012). Strawberry production in forced and protected culture in Europe as a response to climate change. *Canadian Journal of Plant Science* 92(6):1021-1036.
101. Nes, A., Henriksen, J.K., Serikstad, G.L. Stensvand, A. (2017). Cultivars and cultivation systems for organic strawberry production in Norway- *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*. 6(6):485-491.
102. Oliveira, H., Fadini, M., Venzon, M., Rezende, D., Pallini, A. (2008). Evaluation of the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) as a biological control agent of the two-spotted spider mite on strawberry plants under greenhouse conditions. *Exp Appl Acarol*. 47:275-283.
103. Ornelas-Paz, J., Yahia, E.M., Ramírez-Bustamante, N., Pérez-Martínez, J.D., Escalante-Minakata, M., Ibarra-Junquera, V., Acosta-Muñiz, C., Guerrero-Prieto, V., Ochoa-Reyes, E.(2013). Physical attributes and chemical composition of organic strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duch, Cv. Albion) at six stages of ripening. *Food Chemistry*. 138(1):372-381.
104. Palencia, P., Martínez, F., Medina, J.J., López-Medina, J. (2013). Strawberry yield efficiency and its correlation with temperature and solar radiation. *Horticultura Brasileira*, 31(1):93-99.
105. Pant, M. (2013). Meemesilaste (*Apis mellifera* L.) ja karukimalaste (*Bombus terrestris* L.) efektiivsus hahkhallituse (*Botrytis cinerea* Pers.) bioloogilises tõrjes aedmaasikal (*Fragaria x ananassa* Duch.). Magistritöö. Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu
106. Parksepp, J. (1975). Marjade-ja puuviljasortide grupeerimine saagi ja viljade suuruse järgi. *Sotsialistlik Põllumajandus*, lk 82-84.
107. Pascual, I., Azcona, I., Morales, F., Aguirreolea, J., Sánchez-Díaz, M. (2010). Photosynthetic response of pepper plants to wilt induced by *Verticillium dahliae* and soil water deficit. *Journal of Plant Physiology*. 167:701-708.
108. Peedel, M. (2009). Kliima. [veebileht] [https://cmsimple.e-ope.ee/eesti\\_turismigeograafia/index.html@Eesti\\_looduskeskond%253AKliima.html](https://cmsimple.e-ope.ee/eesti_turismigeograafia/index.html@Eesti_looduskeskond%253AKliima.html) [2021, aprill 02]
109. Peries, O.S. (1962). Studies on strawberry mildew, caused by *Sphaerotheca macularis* (Wallr. ex Fries) Jaczewski. I. Biology of the fungus. *Annals of Applied Biology*. 50:211-224.



110. Petrasch, S., Knapp, S.J., Kan, A.L., Blanco-Ulate, B. (2019). Grey mould of strawberry, a devastating disease caused by the ubiquitous necrotrophic fungal pathogen *Botrytis cinerea*. *Molecular Plant Pathology*. 20(6):877-892.
111. Pineli, L., Moretti, C.L., Santos, M., Campos, A.B., Brasileiro, A.V., Córdova, A.C., Chiarello, M.D. (2011). Antioxidants and other chemical and physical characteristics of two strawberry cultivars at different ripeness stages. *Journal of Food Composition and Analysis*. 24(1):11-16.
112. Pritts, M., Handley, D. (1998). Strawberry Production Guide. For the Northeast, Midwest, and Eastern Canada. Northeast Regional Agricultural Engineering Service.
113. Prokkola, S., Kivijärvi, P., Parikka, P. (2003). Effects of biological sprays, mulching materials, and irrigation methods on grey mould in organic strawberry production. *Acta Horticultural*. 626:169-176.
114. Põldma, P., Tõnutare, T., Moor, U. (2020). Leheanalüüside ekspressmeetodi rakendamine aedmaasika ja kurgi näitel. *Agronoomia* 2020. lk 226-235.
115. Põllumajandus- ja Toiduamet. (2021a). Mahepõllumajanduslik taimekasvatus 2020. [veebileht] <https://pta.agri.ee/pollumehele-ja-maaomanikule/mahepollumajandus/taimekasvatus#tootmise-ja-toodangu> [2021, aprill 02]
116. Põllumajandus- ja Toiduamet. (2021b). Taimekasvatus. <https://pta.agri.ee/pollumehele-ja-maaomanikule/mahepollumajandus/taimekasvatus> [2021, aprill 02]
117. Põllumajandus- ja Toiduamet. (2021c). Järelevalve korraldus. [veebileht] <https://pta.agri.ee/jarelevalve-korraldus-ja-tulemused/jarelevalve-korraldus> [2021, aprill 02]
118. Pärtel, E. (1974). Viljapuude ja marjakultuuride kahjustajad. Tallinn: Valgus.
119. Raamets, R. (2015). Defoliatsiooni mõju aedmaasika (*Fragaria x ananassa*) saagile, Bakalaureusetöö. Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu. lk 24-26.
120. Rahman, M., Rahman, M.M., Hossain, M.M., Khaliq, Q.A., Moniruzzaman, M. (2014). Effect of planting time and genotypes growth, yield and quality of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.). *Scientia Horticulturae*. 167:56-62.
121. Reid, A., Botha, J. (2014). Mite pests of strawberry crops. Department of Primary Industries and Regional Development [veebileht] <https://www.agric.wa.gov.au/strawberries/mite-pests-strawberry-crops> [2021, aprill 14]
122. Reganold, J., Andrews, P., Reeve, J.R., Carpenter-boggs, L., Schadt, C.W., Alldredge, J.R., Ross, C.F., Davies, N.M., Zhou, J. (2010). Fruit and Soil Quality of Organic and Conventional Strawberry Agroecosystems. *PLOS ONE* 5(10):10.
123. Remmelg, E. (2018). Eesti kiletunnelis kasvatatud aedmaasika (*Fragaria x ananassa duch.*) taasviljuvate sortide saagikus, viljade kvaliteet ja tarbijate meeldivus. Magistritöö. Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu. lk 57.
124. Ries, S.M. (1995). RPD No. 704-Gray Mold of Strawberry. [veebileht] <http://ipm.illinois.edu/diseases/series700/rpd704/> [2020, juuli 02]

125. Riigi Teataja, I. (2014). Riigilõivuseadus. (vastu võetud 10.12.2014, jõustus 01.01.2015) <https://www.riigiteataja.ee/akt/130122014001?leiaKehtiv> [2021, aprill 14]
126. Riigi Teataja, (2009a). Mahepõllumajanduse valdkonnas tegutsemiseks tunnustamise taotlemine ja taotluse menetlemise kord (vastu võetud 20.02.2009 nr 26, jõustumine 01.03.2009) <https://www.riigiteataja.ee/akt/112102018005?leiaKehtiv> [2021, aprill 14]
127. Riigi Teataja, (2009b). Mahepõllumajandusliku tootmise nõuded (vastu võetud 20.02.2009 nr 25, jõustumine 01.03.2009) <https://www.riigiteataja.ee/akt/128062013033?leiaKehtiv> [2021, aprill 14]
128. Riigi Teataja I, (2006). Mahepõllumajanduse seadus (vastu võetud 20.09.2006, jõustus 01.01.2007) <https://www.riigiteataja.ee/akt/113032019021> [2021, märts 14]
129. Riisalu, A. (2015). Maasika patogeenide ennetamine ja määramine. Bakalaureusetöö Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu. lk 9.
130. Rusch, A., Chaplin-Kramer, R., Gardiner, M.M., Hawro, V., Holland, J., Landis, D., Thies, C., Tschardtke, T., Weisser, W.W., Wingvist, C., Woltz, M., Bommarco, R. (2016). Agricultural landscape simplification reduces natural pest control: A quantitative synthesis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 221:198-204.
131. Rätsep, R., Vool, E., Karp, K. (2012). Huumusväetise Humistar mõju maasikasaagi biokeemilisele koostisele ja taimede kasvule. *Agronoomia* 2012, lk 213–220.
132. Salamé-Donoso, T.P., Santos, B.M., Chandler, C.K., Sargent, S.A (2010). Effect of High Tunnels on the Growth, Yields, and Soluble Solids of Strawberry Cultivars in Florida. *International Journal of Fruit Science*. 10(3):249-263.
133. Sapei, L., Hwa, L. (2014). Study on the Kinetics of Vitamin C Degradation in Fresh Strawberry Juices. *Procedia Chemistry*. 9:62-68.
134. Scialabba, N., Hattam, C. (2002.). Organic agriculture and the environment. Organic agriculture, environment and food security. Food and Agriculture Organization of the United Nations [veebileht] [http://www.fao.org/3/y4137e/y4137e02.htm#P2\\_9](http://www.fao.org/3/y4137e/y4137e02.htm#P2_9) [2021, märts 22]
135. Schmid, A., Daniel, C., Weibel, F. (2005). Effect of cultural methods on leaf spot (*Mycosphaerella fragariae*) and gray mold (*Botrytis cinerea*) damage in strawberries. *Biocontrol*. 50(1):179-194.
136. Silvia, F.L., Escribano- Bailón, M.T., Alonso, J.P., Rivas-Gonzalo, J.C, Santos-Buelga, C. (2007). Anthocyanin pigments in strawberry. *LWT - Food Science and Technology*. 40(2):374-382.
137. Singh, R., Gupta, R.K., Patil, R.T., Sharma, R.R., Asrey, R., Kumar, A., Jangra, K.K. (2010). Sequential foliar application of vermicompost leachates improves marketable fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.). *Scientia Horticulturae*. 124(1):34-39.
138. Sinkevičienė, A., Jodaugienė, D., Pupalienė R., Urbonienė, M. (2009). The influence of organic mulches on soil properties and crop yield. *Agronomy Research*. 7(1):485–491.

139. Song, R., Li, J. Xie, C., Jian, W., Yang, X. (2019). An Overview of the Molecular Genetics of Plant Resistance to the *Verticillium* Wilt Pathogen *Verticillium dahliae*. International Journal of Molecular Sciences. 21:2-16.
140. Soosaar, E. (2014). Kimalaste *Bombus terrestris* L. efektiivsus vektorina hahkhallituse biotõrjes aedmaasikal tarru toodud õietolmu analüüsi põhjal. Magistritöö, EMÜ Põllumajandus- ja keskkonnainstituut, Tartu, lk 32-36.
141. Sowik, I., Borkowska, B., Markiewicz, M. (2016). The activity of mycorrhizal symbiosis in suppressing *Verticillium wilt* in susceptible and tolerant strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) genotypes. Applied Soil Ecology. 101:152-164.
142. Svensson, B. (2002). Organic growing of strawberries, with control of insects and mulching/fertilisation. Acta Horticulturae. 567:419-426.
143. Spayd, S.E., Morris, R.S. (1981). Physical and chemical characteristics of puree from once-over harvested strawberries. Journal of the American Society for Horticultural Science. 106:101–105.
144. Starast, M., Põldma, P., Veromann, E., Karp, K., Kahu, K., Mänd, M. (2013). Keskkonnasäästlikud kasvatustehnoloogiad aianduses. Aiandusfoorum 2013, lk 6-9.
145. Statistikaameti andmebaas (2021a). PM07: Mahepõllumajanduskultuuride kasvupind ja saak [veebileht] [https://andmed.stat.ee/et/stat/majandus\\_pellumajandus\\_pellumajandussaaduste-tootmine\\_taimakasvatussaaduste-tootmine/PM07](https://andmed.stat.ee/et/stat/majandus_pellumajandus_pellumajandussaaduste-tootmine_taimakasvatussaaduste-tootmine/PM07) [2021, mai 07]
146. Statistikaameti andmebaas (2021b). PM0281: Põllumajandusmaa ja-kultuurid maakonna järgi [veebileht] [https://andmed.stat.ee/et/stat/majandus\\_pellumajandus\\_pellumajandussaaduste-tootmine\\_taimakasvatussaaduste-tootmine/PM0281](https://andmed.stat.ee/et/stat/majandus_pellumajandus_pellumajandussaaduste-tootmine_taimakasvatussaaduste-tootmine/PM0281) [2021, märts 21]
147. Stój, A., Targoński, Z. (2006). Use of content analysis of selected organic acids for the detection of berry juice adulterations. Polish Journal Of Food and Nutrition Sciences. 15(1):41.
148. Sturm, K., Koron, D., Stampar, F. (2003). The composition of fruit of different strawberry varieties depending on maturity stage. Food Chemistry. 83(3):417-422.
149. Strang, J., Harper, C., Hadad, D., Oakley, K., Slone, D. and Snyder, J. (2000). Matted-row Strawberry Production using Landscape Fabrics and Organic Mulch for Weed Control. Horticultural Science. 35(4):561.
150. strawberryplant.eu (2019). Strawberry Polka. [veebileht] <https://strawberryplant.eu/offer/polka> [2021, märts 21]
151. Tramm, M. (2017). Mõned Eestis vähetuntud aedmaasika (*Fragaria x ananassa* Duch.) sortide kasv ja viljade kvaliteet Lõuna-Eestis tootmistingimustes. Bakalaureusetöö. EMÜ Põllumajandus- ja keskkonnainstituut, Tartu, lk 33.
152. Trandem, N. (2003). Greenhouse production of strawberries and blackberries in Norway – arthropod pests and biological Control. Integrated Plant Protection in Orchards – Soft Fruits IOBC/wprs Bull. 26(2):45-50.

153. Trejo-Tellez, L., Gomez-Merino, F. (2014). Nutrient management in strawberry. Effects on yield, quality and plant health. Nova Science Publishers. 11:239-267.
154. Tuovinen, T., Lindqvist, I. (2010). Maintenance of predatory phytoseiid mites for preventive control of strawberry tarsonemid mite *Phytonemus pallidus* in strawberry plant propagation. *Biological Control*. 54(2):119-125.
155. Turechek, B. (2004). Managing gray mold of strawberry. Dept. of Plant Pathology, Cornell University, Geneva, NY. [veebileht] <https://cpb-us-e1.wpmucdn.com/blogs.cornell.edu/dist/0/7265/files/2017/01/strgraymoldcontrol-25ra0uf.pdf> [2021, aprill 08]
156. Voca, S., Duralija, B., Družić, J., Skendrovic Babojelic, M., Bobricevic, N., Cmelik, Z. (2006). Influence of Cultivation Systems on Physical and Chemical Composition of Strawberry Fruits cv. Elsanta. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 71(4):171-174.
157. Xiao, C.L., Chandler, C.K., Price, J.F., Duval, J.R., Mertely, J.C., Legard, D.E. (2001). Comparison of epidemics of *Botrytis* fruit rot and powdery mildew of strawberry in large plastic tunnel and field production systems. *Plant Disease*. 85:901-909.
158. Yoshida, Y., Goto, T., Hirai, M., Masuda, M. (2002). Anthocyanin accumulation in strawberry fruits as affected by nitrogen nutrition. *Acta Horticulturae*. 567:357-360.
159. Yuan, B.Z., Sun, J., Nishiyama, S. (2004). Effect of Drip Irrigation on Strawberry Growth and Yield inside a Plastic Greenhouse-Biosystems Engineering. 87(2):237-245.
160. Wang, S.Y., Camp, M. J. (2000). Temperatures after bloom affect plant growth and fruit quality of strawberry. *Scientia Horticulturae*. 85(3):183-199.
161. Wallace, T.C., Giusti, M.M. (2015). Anthocyanins. *Advances in Nutrition*. 6(5):620–622.
162. Welke, S. (2008). The effect of compost extract on the yield of strawberries and the severity of *Botrytis cinerea*. *Journal of Sustainable Agriculture*. 25:57-68.
163. Willocquet, L., Sombardier, A., Blancard, D., Jolivet, J., Savary, S. (2008). Spore dispersal and disease gradients in strawberry powdery mildew. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 30(3):434-441.
164. Zabetakis, I., Leclerc, D., Kajda, P. (2000). The effect of high hydrostatic pressure on the strawberry anthocyanins. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 48:2749-2754.
165. Zaitoun, S.T., Al-Ghzawi, A., Shannag, H.K., Al-Tawaha, A.R.M. (2006). Comparative study on the pollination of strawberry by bumble bees and honeybees under plastic house conditions in Jordan valley. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 4:237-240.
166. Zolk, K. (1932). Maasika-seemnenäkk (*Harpalus pubescens* Müll.) ja tema tõrje. Ärakiri kuukirjast „Aed“ nr 12. Tartu Ülikooli Entomoloogia-katsejaama teadaanded

**LISAD**

**LISA 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks (avaldamise tähtajaline piirang) ning juhendaja(te) kinnitus töö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Elina Lindemann,  
(sünnipäev pp/kuu/aa 07.07.1984)

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

VÖRGUTUNNELI JA AVATUD KÜLGEDEGA TUNNELI MÕJU MAHEVILJELUSES  
KASVATATUD AEDMAASIKATE (*FRAGARIA* X *ANANASSA* DUCH. ) SAAGILE JA  
VILJADE KVALITEEDILE ,

mille juhendaja on dotsent Ulvi Moor, PhD,

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

\_\_\_\_\_

allkiri

Tartu, 24.05.2021

---

**Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Luban lõputöö kaitsmisele.

Ulvi Moor  
(juhendaja nimi ja allkiri)

24.05.2021  
(kuupäev)